

# **Integrace chovu domácích zvířat do infrastruktury budovy**

Integration of Animal Husbandry to the Building Infrastructure

**Agata Palášková**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. David Vala

Ostrava, 2021

Ráda bych poděkovala panu inženýru Davidu Valovi za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mě podporovali při vypracování této práce, především kamarádům a rodině.

## **Abstrakt**

Obsahem této práce je navrhnout integraci chovu domácích zvířat a následné otestování. Práce popisuje výběr komponentů, a to jak pro sledování zásadních podmínek pro chov, tak následný sběr těchto dat a odeslání do databáze pro následné zpracování. Výsledkem této práce je funkční sledování vnitřní a venkovní teploty a vlhkosti v kurníku a také ovládaní dveří pro zajištění celodenního režimu zvířat. Tato práce se zabývá možnostmi identifikace zvířat. Data získané v této práci pomáhají k následné integraci chovu zvířat do infrastruktury budovy.

**Klíčová slova:** odporové teplotní senzory, kapacitní vlhkoměry, identifikace zvířat, RFID tagy, RFID čtečky, Arduino Nano, IoT, Sigfox, CAN sběrnice

## **Abstract**

The content of this work is the design the integration of domestic animal husbandry and testing. This work describes the selection of components, for monitoring the essential conditions for animal husbandry and for collection of data and sending it to a database for further processing. The result is a functional monitoring of indoor and outdoor temperature and humidity in the chicken coop, and also door controls to provide animal daily mode. This work deals with the possibility of animal identification. The data obtained in this work help for the integration of animal husbandry to the building infrastructure.

**Key words:** resistance temperature detectors, capacitive humidity sensors, animal identification, RFID tags, RFID reader, Arduino Nano, IoT, Sigfox, CAN bus

# Obsah

<b>Seznam použitých zkratk a symbolů</b>	<b>6</b>
<b>Seznam obrázků</b>	<b>8</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>9</b>
<b>1 Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>2 Chov kuru domácího .....</b>	<b>11</b>
2.1 Kurník.....	11
2.1.1 Světlo .....	11
2.1.2 Teplota.....	12
2.2 Krmivo .....	12
2.3 Doba chovu slepic.....	12
2.4 Eko chov.....	13
<b>3 Identifikační technologie .....</b>	<b>14</b>
3.1 RFID.....	14
3.1.1 Princip.....	14
3.1.2 RFID tagy.....	14
3.1.3 RFID čtečky .....	16
3.2 NFC .....	16
3.2.1 Princip.....	16
3.2.2 NFC Tagy .....	18
<b>4 Senzory.....</b>	<b>19</b>
4.1 Měření teploty.....	19
4.1.1 Termočlánek .....	20
4.1.2 Odporové teploměry .....	21
4.2 Měření vlhkosti.....	22
4.2.1 Hygrometr.....	23
4.2.2 Kapacitní senzory vlhkosti .....	23
<b>5 Mikrokontrolery .....</b>	<b>25</b>
5.1 Arduino .....	25
5.1.1 ATmega328.....	25
5.1.2 Vývojové prostředí.....	27
<b>6 Komunikace .....</b>	<b>28</b>

6.1	Sběrníkové systémy .....	28
6.1.1	CAN .....	28
6.1.2	SPI .....	30
6.1.3	I2C.....	31
6.2	IoT.....	31
6.2.1	Sigfox .....	32
6.2.2	LoRaWAN.....	32
<b>7</b>	<b>Návrh řešení .....</b>	<b>33</b>
7.1	Výběr senzorů.....	33
7.1.1	Měření vnitřní teploty a vlhkosti .....	33
7.1.2	Měření venkovní teploty .....	34
7.2	Ovládání dveří.....	35
7.2.1	Výběr pohonu .....	35
7.2.2	Časování otevírání a zavírání dveří .....	35
7.3	Identifikace slepic.....	36
7.4	Distribuce měření .....	36
7.4.1	Moduly.....	37
7.4.2	Sběr dat.....	37
7.5	Předávání dat.....	37
<b>8</b>	<b>Realizace návrhu .....</b>	<b>39</b>
8.1	Sestavení hardwaru .....	39
8.1.1	Implementace vnější komunikace .....	40
8.2	Popis softwaru .....	40
8.2.1	Hlavní program .....	40
8.2.2	Vizualizace .....	46
8.3	Mechanická část dveří.....	47
<b>9</b>	<b>Experimentální ověření .....</b>	<b>49</b>
9.1	Využití získaných dat .....	50
<b>10</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>52</b>
	<b>Literatura .....</b>	<b>53</b>
	<b>Přílohy.....</b>	<b>56</b>
	Zdrojové kódy .....	56

## Seznam použitých zkratk a symbolů

RFID	- Radiofrekvenční identifikace
NFC	- Near Field Communication
CLK	- hodinový signal
ICSP	- In-Circuit Serial Programming
IDE	- Integrated Development Environment
CAN	- Controllere Area Network
SPI	- Serial Peripheral Interface
I2C	- Inter-Integrated Circuit
IoT	- Internet of things

# Seznam obrázku

1	Označení vajíčka podle normy[5].....	13
2	RFID technologie [7].....	14
3	Konstrukce RFID tagu [8].....	15
4	Tagy pro drůbež [6].....	16
5	Komunikace zařízení s tagem[11].....	17
6	Seebeckův jev[15].....	20
7	Zapojení termočlánku [14].....	20
8	Statické charakteristiky termočlánku [14].....	21
9	Teplotní závislost odporových teploměrů [14].....	22
10	Vlasový hygrometr [17].....	23
11	Digitální senzor vlhkosti vzduchu a teploty DHT11 [19].....	24
12	Struktura mikrokontroleru 8051 [21].....	25
13	Pinout ATmega328 [22].....	26
14	Blokové schéma AVR architektury [22].....	26
15	Programovací prostředí Arduino IDE.....	27
16	Jednoduchý sběrníkový systém [24].....	28
17	Rámcové formáty zpráv [26].....	29
18	CANopen rámec zprávy [43].....	29
19	Model OSI [43].....	30
20	Propojení mezi master a slave [27].....	30
21	I2C sběrnice.....	31
22	Architektura Sigfox[31].....	32
23	Síťová architektura LoRaWAN [32].....	32
24	Senzor teploty a vlhkosti vzduchu DHT11 [19].....	33
25	Digitální teploměr a vlhkoměr DHT22[33].....	34
26	Vodotěsný teploměr DS18B20[34].....	34
27	Servo MG996R[35].....	35
28	Pasivní RFID tagy.....	36
29	Blokové schéma modulu.....	36
30	MCP2515 CAN Bus Modul TJA1050[40].....	37
31	SigFox Node UART Modem[41].....	38
32	Bluetooth modul HC-06 TTL[42].....	38
33	Shield s Arduino Nano[44].....	39
34	První prototyp hardwaru.....	40
35	Popis programu modulu 0x00.....	42
36	Ukázka dat s cloudu.....	43
37	Popis programu modulu 0x10.....	44
38	Popis programu modulu 0x11.....	45
39	Popis programu modulu 0x12.....	46
40	Vizualizace v LabView.....	47
41	Vložený pohon do rámu dveří.....	47
42	Vnější a vnitřní konstrukce rámu dveří.....	48
43	Realizace dveří.....	48

44	Modul pro ovládání dveří.....	49
45	Hlavní modul.....	49
46	Modul umístěný v hnízdě.....	50
47	RFID tag.....	50
48	Graf průběhu teploty během 4 dnů.....	51



## Seznam tabulek

1	Popis typu NFC tagů [12].....	18
2	Typy termočlánku [16].....	21
3	Parametry používaných materiálů [14].....	22
4	Návrh rozdělní modulů.....	37
5	Rozdělení bajtů ve zprávě.....	43

# 1 Úvod

Práce se zabývá možnostmi sledování potřebných veličin při chovu domácích slepic, identifikací těchto zvířat a zajištěním potřebného režimu pomocí ovládaní dveří. Dále se zabývá možnostmi sběru získaných dat a následným odesláním do databáze pro pozdější zpracování.

V první části této práci je popsán chov slepic, na základě kterého lze následně zjistit, jaké jsou možnosti integrace chovu a možnosti jednoduché automatizace.

V další části jsou na základě zjištěných informací popsány možnosti identifikačních technologií. Poté jsou zde vysvětleny principy měření teploty a vlhkosti. Na toto téma navazuje kapitola o možnostech mikrokontroleru. V této kapitole je popsána jedna z vývojových desek obsahující mikrokontroler ATmega328.

Pro integraci chovu je zapotřebí získané data uschovat do databáze. Uschování dat je potřeba pro pozdější analýzu chovu. Možnosti sběru a odesílání dat jsou popsány v další části zabývající se principy a možnostmi dnešní komunikace.

Poté následuje část zabývající se návrhem řešení. V této části jsou popsány dostupné možnosti na trhu. Tato část popisuje komponenty pro měření požadovaných veličin a možnosti dostupných komunikací. Na základě specifikace konkrétních komponentů je popsán jejich výběr.

Předposlední část této práce popisuje samotnou realizaci návrhu řešení. V této části je popsán nejen hardware, ale také software. Část o softwaru se zabývá jak ovládáním celého hardwaru, tak vizualizací dat. Do práce je také zařazen kompletní návrh mechanické částí dveří.

Poslední část popisuje experimentální ověření vytvořeného řešení, na základě kterého lze zhodnotit funkcionalitu řešení. Tato část se také zabývá zpracováním dat a integrací chovu do infrastruktury budov.

## 2 Chov kuru domácího

### 2.1 Kurník

Kurník, jak naznačuje samotný název, slouží slepicím jako příbytek či přístřeší. Je pro ně důležitý nejen přes noc, ale sehrává důležitou roli v průběhu celého dne. Slepice využívají kurníku zejména v době nepříznivého počasí, zvláště pak za silných mrazů, velmi vydatného deště nebo za jiných nepříznivých podmínek. Navíc kurník chrání slepice i před některými predátory. Při konstruování kurníku je třeba mít na paměti fakt, že kurník musí být odvětráván, ale tak, aby bylo zamezeno velkému průvanu. Odvětrávání místa je potřeba, aby nedocházelo k zapařování převážně v době mrazů. Kurník nesmí být příliš velký, ale ani malý. V případě dobrého uspořádání lze využít 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy k chovu 7 slepic. Dostatečnou cirkulaci vzduchu v kurníku zajišťuje okénko odpovídající velikosti. Toto okénko je také zdrojem částečného osvětlení, jež je pro chov slepic nezbytné. Okénko by mělo být převážně využíváno v zimních měsících. V létě může zůstat otevřené.

K vybavení kurníku patří mezi jinými krmítka a napáječka. Jejich umístění pouze ve venkovních prostorách je nedostačující. Je důležité, aby slepice měly přístup k vodě a pokrmu v průběhu celého dne, zejména pak v zimě, kdy jsou zavřeny i přes den. Kurník by měl obsahovat hřad, případně více hřadů při větším chovu. Jedna slepice potřebuje nejméně 15 cm hřadu. Hřad je hoblovaná lať o šířce přibližně 5,5 cm. Je připevněný vodorovně a musí mít sražené hrany, aby se slepice na něm udržely. Hrany taktéž zajišťují slepicím stabilitu zejména v době odpočinku nebo spánku. Hřady se vyrábějí pouze ze dřeva. Jiný materiál pro jejich výrobu není vhodný. Hřad je vhodné umístit ve vyšších polohách. Čím výše je, tím bezpečněji se slepice cítí. Avšak nesmí být příliš vysoko, aby na slepice netáhlo z okénka. V případě vyššího umístění je potřeba ke hřadu přidat laťku nebo menší žebřík, po kterých slepice mohou vylézt na hřad. I když slepice dokážou vylézt i sletět, při sletu dolů z větších výšek si slepice může v sobě při dopadu na zem rozbít vejce, v následku čehož může slepice uhynout.

Další důležitá část kurníku je snášecí hnízdo. Není potřeba mít hnízdo pro každou slepici. V případě využití normálního chovu bez samosběru stačí jedno hnízdo na 4 slepice. Hnízdo by mělo mít rozměry 30x30 cm a být vysoké alespoň 35 cm.

Ve většině literatury se doporučuje, aby se v kurníku, ale i mimo něj, používal grit (hrubý písek) a aby pro slepice bylo zřízeno popeliště. Zde záleží na způsobu chovu i krmení. Pokud jsou slepice krmeny krmnou směsí, ve které je nahrubo mletý krmný vápenec, není grit vůbec nutný, ve velkochovech se totiž také nepoužívá. Naopak je vhodný při krmení celým zrnem pšenice, protože podporuje mechanické trávení. Popeliště slouží jako prevence před cizopasníky. Pokud je chov čistý, tedy bez přítomnosti cizopasníků (především čmelíků), popeliště je též zbytečné. [1]

Jako podestýlku je nejlepší využívat slámu. V případě, že sláma není k sehnání, je možné využít také seno nebo hobliny. V případě využití hoblin je potřeba dbát, aby tyto hobliny pocházely jenom z čistého dřeva. Do podestýlky je dobré přidat pár listů vlašského ořechu. Listí ořešáku má silné antibiotické účinky a také pomáhá odstranit nežádoucí parazity. [1]

#### 2.1.1 Světlo

Zajištění slepic potřebného světla v průběhu dne je důležité pro dobré snášení. Optimální světelný režim, který slepice požadují, předpokládá 16 hodin světla a 8 hodin tmy pro spánek. V období jara až podzimu je tento režim vcelku přirozený. To znamená, že není třeba žádné přisvětlování v průběhu

dne. V tomto období je možné získat také nejlepší snášku, a to v případě zajištění i ostatních podmínek. Vzhledem k tomu, že chovatelé požadují dobrou snášku v průběhu celého roku, je potřeba v průběhu zimního období slepicím přisvětlovat. V případě využívání přisvětlování je potřeba dávat pozor, aby světlo nebylo příliš intenzivní. Intenzivní světlo by mohlo způsobovat agresivitu slepic. Nejčastěji se využívá úsporná 9W žárovka. Požadované světlo je možné také získat vytvořením dostatečně velkého okna.

### 2.1.2 Teplota

Dalším důležitým faktorem pro zajištění požadované snášky je teplota v kurníku. Nejdůležitější je, aby kurník nepremrzal. Premrzání by mohlo způsobit onemocnění slepic a následnou smrt. I když slepice jsou vcelku odolné vůči zimě, tak snáška je hodně závislá na teplotě. Jestli požadujeme nějakou snášku i v průběhu chladných dnů, je potřeba zajistit, aby v kurníku bylo alespoň 10 stupňů. V případě, že není potřeba stabilní snáška, stačí, aby teplota neklesla pod nulu. Požadavek kladné teploty můžeme zajistit zateplením kurníku. V případě požadavku 10 stupňů je potřeba využít také vytápění. V tomto případě je zapotřebí se podívat také na ekonomickou stránku, kdy je ještě výhodné vytápět kurník na tak vysokou teplotu, a kdy se to již nevyplatí. [2]

## 2.2 Krmivo

Při chovu slepic je zásadní dobře zvolené krmivo. Jedna slepice požaduje průměrně 120 g suchého krmiva na den. Toto množství se odvíjí od ročního období, a to především od teplot. V případě klesání teploty slepice požadují více krmiva. V letním období, kdy je teplota vyšší, je spotřeba krmiva v průběhu dne menší.

Krmnou dávku by mělo tvořit z cca 75 % obilí (optimálně směs pšeničného a kukuřičného šrotu v poměru 2:1), dále 20% bílkovinná složka (např. sójový šrot, hrách, vojtěškové úsušky, vařená či sušená krev, krmné kvasnice, kyselé mléko či tvaroh, syrovátka a další) a cca 5 % vitaminominerální složka.[3]

## 2.3 Doba chovu slepic

Slepice můžeme chovat několik let s plnohodnotným výsledkem. Po 3 letech slepice začnou snášet míň, proto je vhodné po uběhlé době slepice vyměnit za nové. Při obměně chovu se vyplatí vyměnit pouze polovinu chovu. Z toho důvodu je vhodné si slepice označovat barevnými kroužky nebo odlišovat barvami peří.

V případě chovu slepic pouze na vejce je možné si nechat slepici 4 roky. V případě, že slepice chováme na maso, je možné slepici chovat pouze rok, maximálně rok a půl. Kdybychom slepice i po této době chovali, jejich maso je již příliš tuhé. Na druhou stranu je využijeme delší dobu pro snášení vajíček.

V prvním roce slepice snese jenom pár vajíček. V průběhu let se snáška zvyšuje. Nejlepší snáška se vyskytuje ve věku 2-3 let. Po uběhnutí tří let snáška u slepic začíná klesat. Ve věku 4 let slepice přestane téměř snášet. Tyto informace se můžou lišit u každé slepice.

## 2.4 Eko chov

Ekologický chov kuru domácího je především aplikován pro snížení intenzity chovu. Takový způsob chovu se snaží zajistit slepicím přirozené podmínky a průběžně je zlepšovat. Tyto cíle jsou základem pro legislativu vztahující se k ekologickému chovu nejenom v rámci Evropské unie, ale také v rámci národní legislativy.

Ekologické chovy slepic mohou být zaměřené na produkci bio vajíček nebo na produkci bio kuřecího masa. Při takovém chovu je zapotřebí zajistit zvířatům přístup do venkovního výběhu, který je pro nich přirozeným místem. Jednou z hlavních podmínek je zajistit přístup do výběhu minimálně po dobu 1/3 délky života zvířat. Je ovšem třeba mít na zřeteli, že délku pobytu slepic ve výběhu je nutno přizpůsobit aktuálnímu počasí.

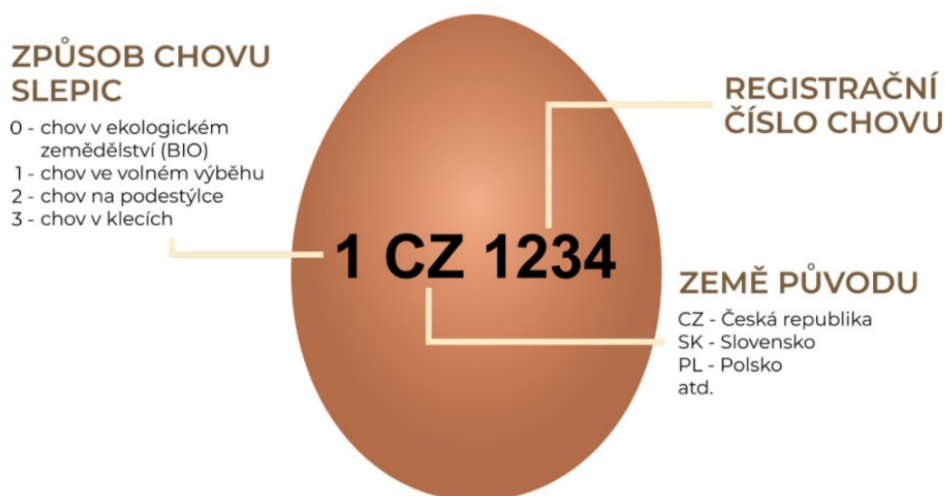
V takových výbězích je zapotřebí mít pro slepice vhodnou vegetaci, přístřešky, případně nějaké stromy a keře, aby se slepice měly kam schovat v případě deště nebo v příliš horkých dnech. Je také důležité, aby zvířata měla ve výběhu přístup k vodě a případně i ke krmivu. Je logické, že ekologický chov by měl být podmíněn správným výběrem krmiva. To by mělo být zásadně z ekologické produkce. V lepším případě je využíváno vlastní krmivo. Pro pokrytí vitaminových a minerálních potřeb zvířat je možné využít premixu. Pozor je třeba dávat na využívání synteticky vyráběných aminokyselin. V ekologickém chovu kuru domácího nesmí být využívány žádné chemicky a synteticky vyráběné látky.

Při chovu slepic pro bio produkci není možné chovat slepice v klecích. V případě, že se využívá pro chov hala, je zapotřebí zajistit pokrytí podestýlkou minimálně 1/3 podlahové plochy. V ekologickém chovu je potřeba zajistit hřad o délce 18 cm pro jednu slepici. V hale se nesmí chovat více než 3 000 ks zvířat. Ekologický chov také vyžaduje, aby na 1 m<sup>2</sup> bylo chováno maximálně 6 slepic. Venkovní výběh musí být přizpůsobený tak, aby každá slepice ve výběhu měla k dispozici minimálně 4 m<sup>2</sup>. Tyto podmínky jsou využívány při produkci bio vajec.

Při produkci bio masa jsou podmínky trochu odlišné. Halu může obývat 4 800 slepic. Na 1 m<sup>2</sup> je možné chovat 10 slepic, pokud hmotnost slepic nepřekročí 21 kg.

Jak při produkci bio masa, tak při produkci bio vajec je potřeba zajistit chovným slepicím 16h světla a 8 hodin tmy bez přerušení.

Vejce pocházející z bio chovu je označeno kódem 0. Toto označení je využíváno na základě dostupné legislativy Evropské unie a taky legislativy České republiky. Zbytek označení uvádí místo původu a registrační číslo hospodářství. [4]

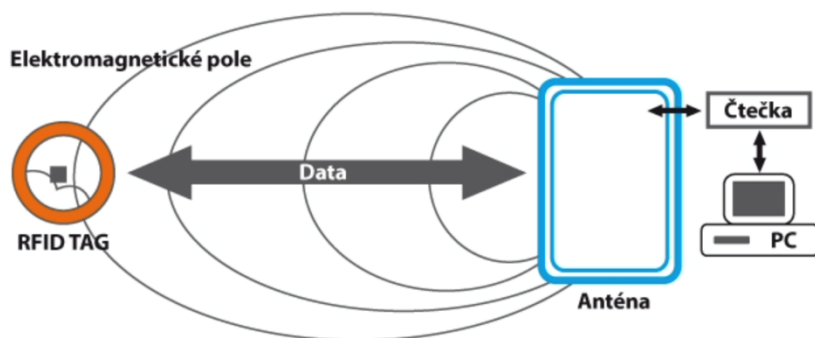


Obrázek 1: Označení vajíček podle normy [5]

## 3 Identifikační technologie

### 3.1 RFID

RFID je automatická identifikační technologie, která využívá elektromagnetické vlny. Tyto vlny jsou používány pro čtení zapsaných dat s RFID tagů. Tato technologie je podobná čárovému kódu. Na rozdíl od čárových kódů RFID čtečky dokážou číst mimo přímou viditelnost.



Obrázek 2: RFID technologie [7]

#### 3.1.1 Princip

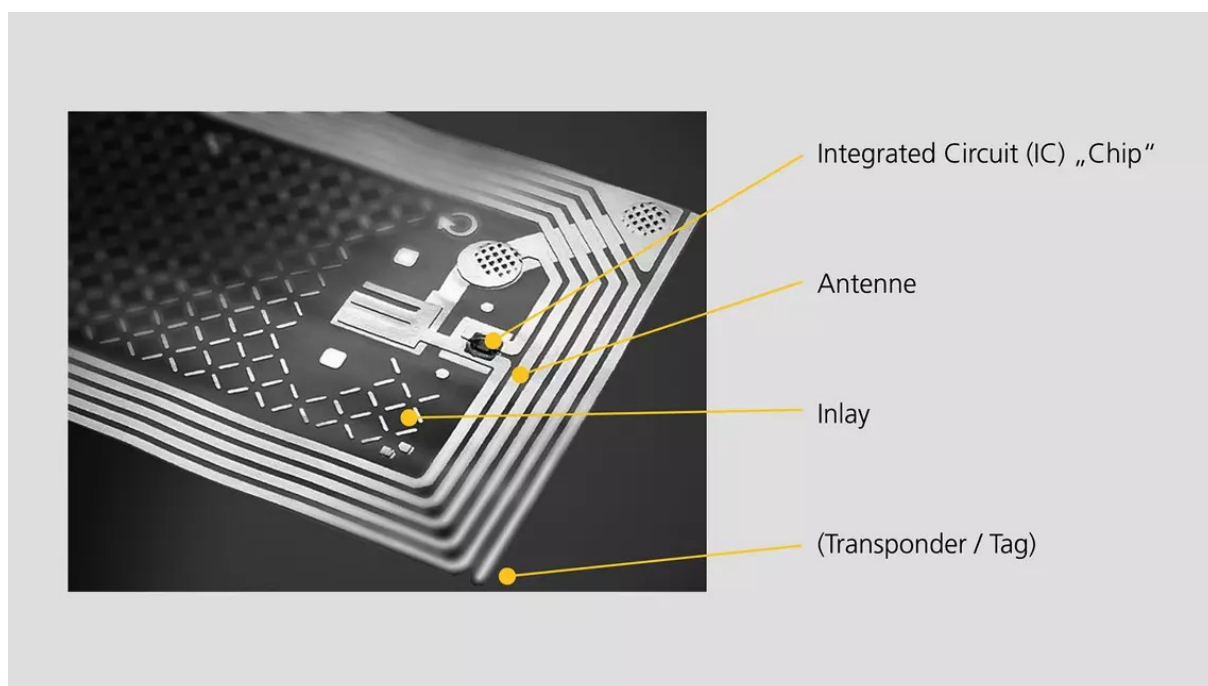
RFID je jednou se součástí automatického identifikování a sběru dat. AIDC metody automaticky identifikují objekt. Metoda také shromažďuje získaná data o objektech a následně tato data odesílá do databáze. Tato metoda nepotřebuje zásah člověka nebo jenom v minimálním množství.

Pro čtení dat s RFID tagů je využívána RFID čtečka. Tato čtečka může následně taky zapisovat data do tagů, pokud se využívají přepisovatelné tagy. Pro čtení nebo zápis čtečka využívá radiové vlny. V případě, že jsou využívány pasivní RFID tagy (viz. Kapitola RFID tagy) snímač prvně vytvoří elektromagnetické pole, které poskytne energii tagu. Pomocí čtečky mohou být data z tagů odesílána do jiného systému, například pomocí WLAN.

#### 3.1.2 RFID tagy

RFID tagy jsou prakticky dostupné ve všech velikostech, tvarech i barvách. Na základě místa využití tagu je následně zvolen materiál ochranného obalu. Tento obal chrání tag před mechanickým poškozením, před vlivem chemikálií nebo teploty. Všechny tagy se skládají minimálně z jednoho mikročipu a jedné antény. Využité antény mohou být lepené, složené nebo tištěné.

Každý RFID tag je složený z integrovaného obvodu. Tento obvod je následně napojen na anténu. Pomocí této antény, která je připojená na integrovaný obvod, v kterém jsou uložena data, přenáší informace do snímače. [7]



Obrázek 3: Konstrukce RFID tagu [8]

Existují pasivní a aktivní RFID tagy. Pasivní tagy neobsahují vlastní zdroj energie a jsou napájeny elektromagnetickým polem vytvořeným čtečkou. Na rozdíl od pasivních tagů aktivní tagy obsahují svůj zdroj energie, který jim dodává potřebnou energii pro odesílání dat.

Pasivní RFID tagy lze rozdělit do 3 kategorií:

1. Read-Only – tento tag je možné pouze číst. V případě využití těchto tagů není možné přidávat jakékoliv informace nebo je mazat.
2. Write-Once, Read Many - WORM tagy je možné jednou přepsat. Po tomto přepsání je tento tag určený pouze pro čtení.
3. Read and Write (Čtení a zápis) - tag „Read and Write“ je určený pro zapisování i pro čtení. Tyto akce je možné provádět kolikrát chceme.

Následně je možné rozdělit RFID tagy na základě jejich frekvencí. Můžeme mít tagy nízkofrekvenční nebo vysokofrekvenční. Dostupné jsou i tagy s ultra krátkou vlnou.[8]

#### 1. Nízká frekvence

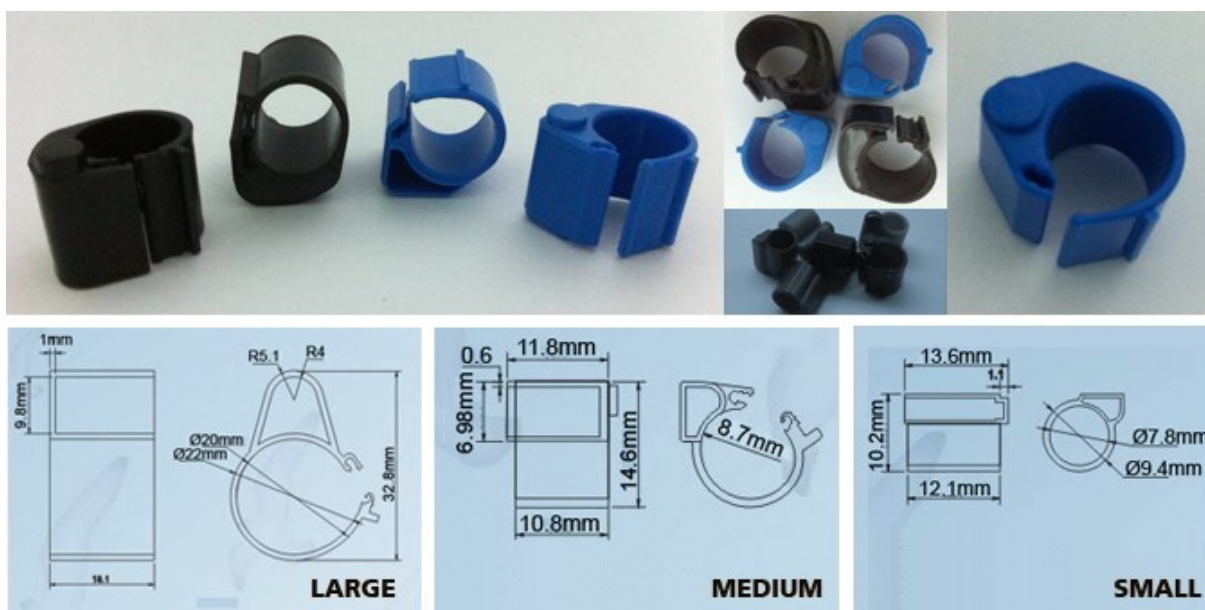
Tyto tagy využívají frekvenci 125kHz. Při této frekvenci je rychlost přenosu dat nejnižší ze všech. Nízkofrekvenční RFID využívají elektromagnetické pole pro zásobování energií. Vzhledem k tomu, že tyto RFID tagy jsou velice odolné vůči mechanickému poškození, jsou nejčastěji využívány pro identifikaci zvířat.

#### 2. Vysoká frekvence

Tyto tagy využívají frekvenci 13,56 MHz. Vysokofrekvenční tagy mají rychlejší přenosovou rychlost než nízkofrekvenční tagy. Při této frekvenci je využívána anténa s několika ovinutími. Je možné použít leptané nebo tištěné antény.

### 3. Ultra krátké vlny

Tagy s ultra krátkou vlnou využívají frekvenci 860 - 950MHz. Tyto tagy mají velmi vysokou rychlost přenosu dat. Tagy lze využít pro největší vzdálenost čtení v porovnání s ostatními. Vzhledem k tomu, že tyto tagy využívají krátké vlnové délky, anténa nemusí být v podobě cívky, ale postačí dipól. Nejčastěji se vyrábí jako fólie. Při využití těchto tagů jsou některé frekvenční pásma vyřazená na základě lokality využití. Frekvenční pásmo FCC UHF okolo 915MHz není v Evropě zpřístupněno. [8]



Obrázek 4: Tagy pro drůbež [6]

#### 3.1.3 RFID čtečky

Využívaná čtečka je radiofrekvenční vysílač a přijímač. Sběr dat je řízený mikroprocesorem nebo digitálním signálním procesorem. Čtečka pomocí antény čte data z tagů. Čtečky následně mohou vyhodnotit získaná data z tagů a také je dekodovat do požadovaného formátu. Čtečky se mohou lišit velikostí nebo požadovanou funkcí. Snímače mohou být buď stacionární nebo mobilní zařízení. [7]

### 3.2 NFC

NFC z anglického „Near Field Communication“ je druh bezdrátové komunikace využívaný při krátkých vzdálenostech (do 4 cm). NFC komunikační frekvence je 13,56KHz.

V NFC technologii můžeme nalézt dva druhy zařízení. Pasivní tag, což je prvek obsahující informace přenášené na druhé zařízení, kterým je tzv. NFC čtečka. Čtečka se chová jako iniciátor komunikace, který vyšle žádost o zahájení komunikace a přijímá odpovědi. Zároveň se chová jako bezdrátový zdroj energie pro napájení pasivního tagu. [9]

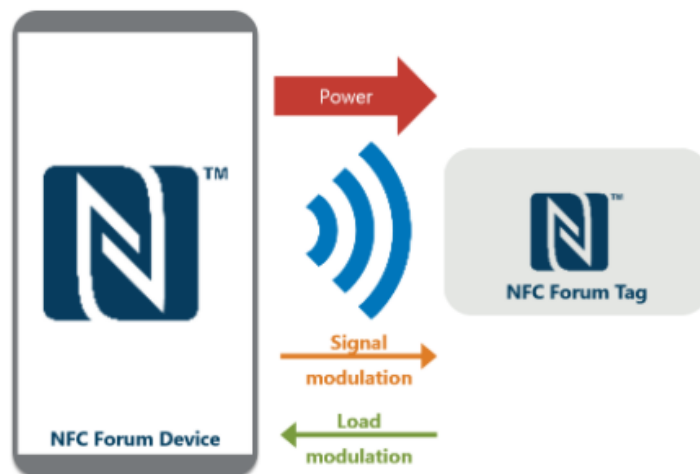
#### 3.2.1 Princip

NFC komunikace je principiálně založená na RFID technologii (blíže popsané v kapitole 3.1). Před zahájením komunikace je vytvořeno vysokofrekvenční snímací pole s malým rozsahem. Pro vznik komunikačního spojení musí být snímáný tag v rozsahu vysokofrekvenčního pole. Po vytvoření pole je



možné vysílat informace mezi zařízením s NFC a pasivním tagem. Jako první vyšle signál zařízení, aby zjistil, jaký typ komunikace dostupný tag využívá. V první odpovědi tagu se nachází zpráva s informacemi o komunikaci. Poté co zařízení s NFC dostane informaci, o jakou komunikaci půjde, pošle zprávu s požadavky pro tag.

Na rozdíl od RFID technologie NFC používá vzájemnou komunikaci. To znamená, že zařízení posílá požadavky o informacích, které má tag zaslat. RFID čtečka získá všechna data z tagů.



Obrázek 5: Komunikace zařízení s tagem [11]

Tuto komunikaci můžeme najít především při využívání platebních karet. V případě této citlivé komunikace je na začátku potřeba vytvoření zabezpečovacího komunikačního kanálu. Všechny odesílané zprávy jsou následně zašifrované. NFC jsou také využívány v dnešní době v jízdenkách pro MHD, občanských průkazech, vstupních kartách.[9]

### NFC režimy

NFC poskytuje 3 různé provozní režimy: čtečka/zapisovač, emulace karty, peer-to-peer. Režim čtečka/zapisovač způsobuje, že NFC zařízení se chová stejně jako RFID čtečka. Zařízení může číst nebo zapisovat. Tento režim využívá standard ISO-14443. V režimu emulace karty NFC zařízení používá samostatný čip. Tento čip zabezpečí prostředí, aby nedocházelo k napadení komunikace v průběhu předávání citlivých dat. Pro vyměňování dat mezi dvěma NFC zařízeními je využíván režim peer-to-peer. V průběhu toho režimu zařízení střídají aktivní a pasivní režim. [10]

### 3.2.2 NFC Tagy

Existuje 5 typu NFC tagů. Všechny typy mají různé kapacity, schopnosti a různou přenosovou rychlost.

Tab.1 Popis typu NFC tagů [12]

Typ	Norma	Paměť (bytes)	Rychlost (Kbps)	Datový přístup	Ochrana před kolizi
1	ISO-14443A	96	106	Read/Write, Read Only	nedostupné
2	ISO-14443A	48/144	106	Read/Write, Read Only	povoleno
3	ISO-18092	1/4/9 KB	212 nebo 424	Read/Write, Read Only	povoleno
4	ISO-14443A	4/32 KB	106/212/424	Read/Write, Read Only	povoleno
5	ISO-14443A	192/768/3584	106	Read/Write, Read Only	povoleno

## 4 Senzory

Senzory jsou prvky elektrických obvodů. Sledované veličiny ovlivňují jejich chování nebo jejich elektrické vlastnosti. Pomocí senzoru je možné sledovat elektrické nebo neelektrické veličiny.

Všechny senzory obsahují snímací čidlo. Tato čidla slouží k prvotnímu zpracování signálu. Převádějí elektrické, mechanické, teplotní, optické a chemické veličiny na vhodné elektrické signály.

### Rozdělení senzoru

Senzory lze rozdělit do několika skupin na základě různých kritérií. Existují aktivní senzory a pasivní senzory.

#### 1. Aktivní senzory

převádějí přímo mechanickou, tepelnou, světelnou nebo chemickou energii na energii elektrickou.

#### 2. Pasivní senzory

mění vlivem neelektrických veličin své elektrické vlastnosti, to znamená, že mění svůj elektrický odpor, kapacitu nebo indukčnost.

Další důležité měřítko, podle kterého lze senzory rozdělit, je dáno místem využití. Druhy senzorů, s nimiž se můžeme setkat, jsou následující:

1. Mechanické
2. Tepelné
3. Elektrické
4. Magnetické
5. Optické
6. Akustické
7. Chemické
8. Biologické
9. Radiační

Senzory můžeme také rozdělit na základě požadovaného výstupního signálu. Na základě tohoto dělení rozlišujeme analogové a digitální senzory.[13]

### 4.1 Měření teploty

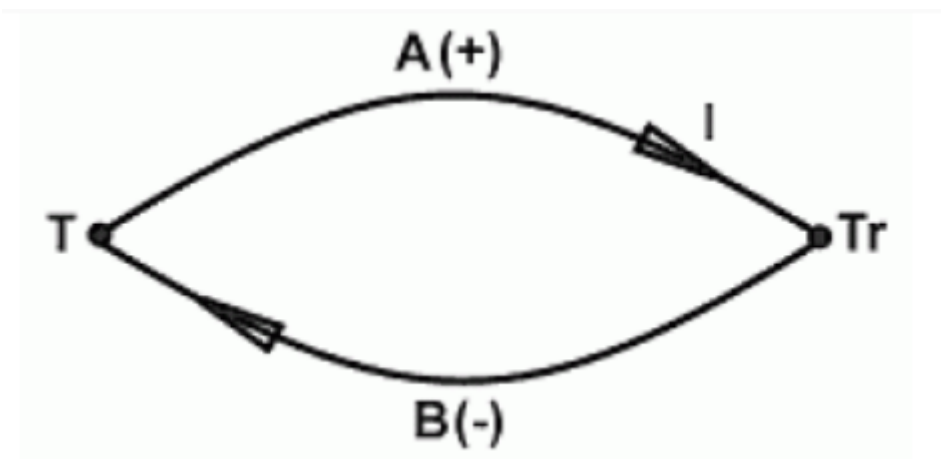
K měření teploty lze využít různých fyzikálních principů. Mezi tyto principy můžeme zařadit například změny elektrického odporu vodičů a polovodičů, teplotní roztažnost látek. Při měření teploty jsou využívány fyzikální principy. Měření může být přímé nebo nepřímé.

K určení teploty se používá jednotná teplotní stupnice. Základní jednotkou této stupnice je kelvin (K). Její počátek je termodynamická absolutní nula. Od této stupnice je poté odvozená Celsiova teplotní stupnice.

Na základě využití senzorů teploty je můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin, na bezdotykové a dotykové. Senzory pro dotykové měření jsou elektrické, dilatační, speciální. Bezdotykové lze rozdělit podle měřicího principu na přímoměřící a zobrazovací. [14]

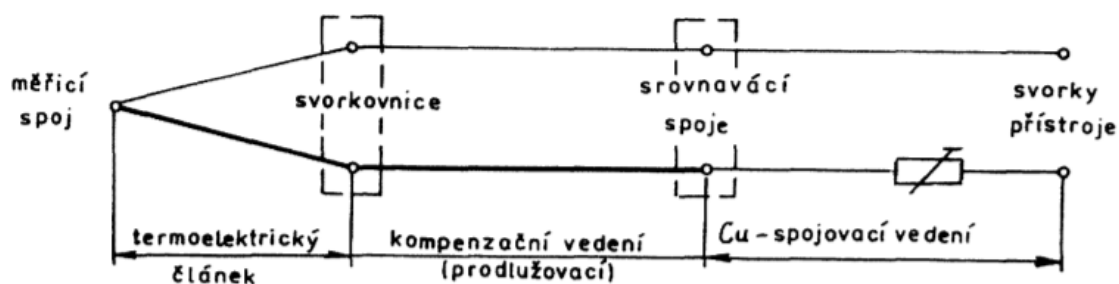
#### 4.1.1 Termočlánek

Termoelektrické senzory teploty využívají Seebeckův jev. Tento jev je zobrazený na obrázku 6. Tento jev popisuje převod tepelné energie na energii elektrickou. Seebeckův jev využívá propojení dvou různých kovů. Předpokládá, že pokud zahřejeme pouze jeden konec, vzniklý rozdíl mezi těmito konci vytvoří elektromotorickou sílu. [15]



Obrázek 6. Seebeckův jev [15]

Obrázek 7 znázorňuje zapojení termočlánu. Měřicí spoj je prodloužen do srovnávacího spoje pomocí prodlužovacího (kompenzačního) vedení. V tomto místě je teplota  $t_s$  konstantní nebo budou změny  $t_s$  kompenzovány. Prodlužovací vedení je ze stejného materiálu jako termočlánek. Při využití vzácných kovů je využíváno kompenzační vedení. Ze srovnávacího místa je termočlánek připojený již k měřicímu přístroji. [14]

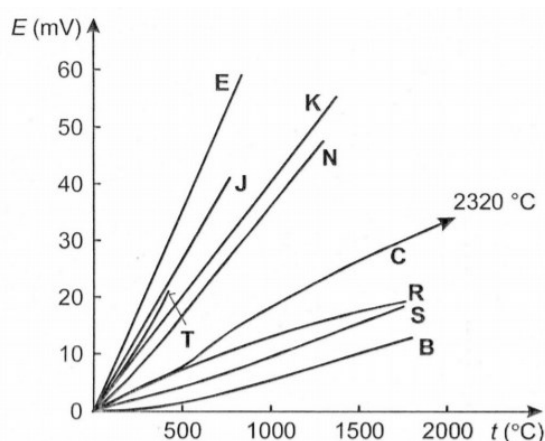


Obrázek 7. Zapojení termočlánu [14]

Termočlánu lze rozdělit do několika typů podle využitího materiálu. Pro zjednodušení jsou tyto typy pojmenované písmeny. Typy termočlánu i s rozsahem teplot jsou uvedeny v tabulce 2. Na obrázku 8 je možné vidět statické charakteristiky termočlánu.

Tabulka 2. Typy termočlánku [16]

Typ	Složení	Rozsah teploty (°C)	Přesnost (%)
Typ K	NiCr-NiAl	-270 až 1260	+0,75
Typ J	Fe-CuNi	-210 až 760	+0,75
Typ T	Cu-CuNi	-270 až 370	+0,75
Typ E	NiCr-CuNi	-270 až 870	+0,5
Typ B	PtRh30-PtRh6	0 až 1700	+0,5
Typ N	NiCrSi-NiSiMg	-270 až 1260	+0,75
Typ S	PtRh10-Pt	-50 až 1480	+0,25
Typ R	PtRh13-Pt	-50 až 1480	+0,25



Obrázek 8. Statické charakteristiky termočlánku [14]

#### 4.1.2 Odporové teploměry

Teplotní závislost elektrického odporu materiálu je využívána při měření pomocí odporových teploměrů. Při zvyšování teploty kovu se zvyšuje odpor. Odporové teploměry se specifikují podle jejich odporu při nulové teplotě. Teplotní součinitel odporu  $\alpha$  vyjadřuje tuto závislost. Střední hodnotu pro teplotní rozsah 0 až 100 °C lze vypočítat vztahem

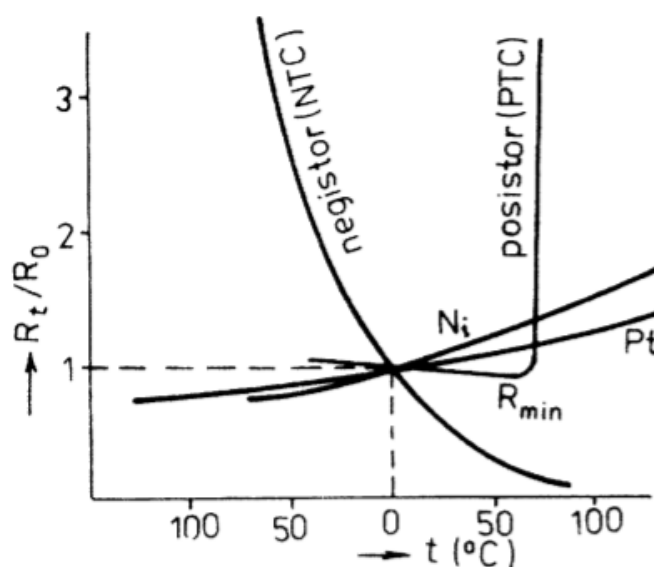
$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100 \cdot R_0},$$

Kde  $R_0$  je odpor materiálu při 0°C a  $R_{100}$  je odpor materiálu při 100°C

Materiál využívaný pro výrobu odporových teploměrů je zobrazen v tabulce 3. Využívají se především čisté kovy. Pro výrobu se také používají polovodiče. Na obrázku 9 můžeme vidět teplotní závislost termistorů PTC, NTC a kovových odporových senzorů. [14]

Tabulka 3. Parametry používaných materiálů [14]

Materiál	Teplotní součinitel odporu	Teplotní rozsah (°C)
Platina	0,00385 až 0,00391	-200 až 850
Nikl	0,00617 až 0,00675	-70 až 150
Měď	0,00426 až 0,00433	-50 až 150
Termistory	-0,015 až -0,06	-80 až 200



Obrázek 9. Teplotní závislost odporových teploměrů [14]

## 4.2 Měření vlhkosti

Vlhkost je jednou ze základních vlastností vzduchu. Vlhkost udává, jaké množství vodní páry je obsaženo v určitém množství vzduchu. Množství páry ve vzduchu se liší na základě toho, kde je vlhkost měřená. Při určování vlhkosti je potřeba zjistit parametry jako je absolutní vlhkost a relativní vlhkost.

Absolutní vlhkost určuje množství vodní páry v určitém objemu vzduchu. Udává se v  $\text{kg/m}^3$ . Můžeme ji tedy vyjádřit vztahem

$$\Phi = \frac{m}{V} \quad \text{Kde } m \text{ je hmotnost vodní páry (kg) a } V \text{ je objem vzduchu (m}^3\text{)}$$

Relativní vlhkost vzduchu určuje poměr okamžitého množství páry ve vzduchu a množství páry, která by ve vzduchu byla při plném nasycení. Relativní vlhkost je v procentech a můžeme ji vyjádřit vztahem

$$\phi = 100 \frac{m}{M} \quad \text{Kde } m \text{ je hmotnost okamžitého množství páry a } M \text{ je hmotnost při plném nasycení}$$

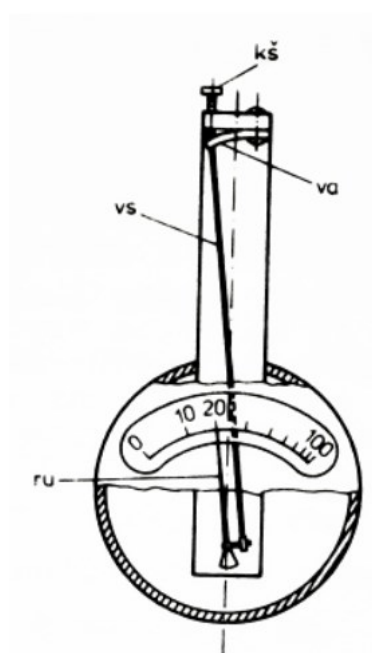
Relativní vlhkost můžeme vyjádřit jako poměr absolutní vlhkosti. Využívá se absolutní vlhkost v daném okamžiku a absolutní vlhkost při plném nasycení. [14]

#### 4.2.1 Hygrometr

Hygrometr je nejstarší nástroj na měření vlhkostí vzduchu. Při měření pomocí hygrometru se využívá schopnost vlasu pohlcovat vlhkost. Takovému hygrometru se říká vlasový hygrometr. Používá svazek odmaštěných lidských vlasů. Vlasy po nasátí vlhkosti se prodlouží až od 2,5%. Délka prodloužení záleží na tom, kolik vlhkosti vlas pohlte. Vzhledem k tomu, že vztah mezi prodloužením vlasu a vlhkostí není lineární, tak se vyjadřuje vztahem

$$\lambda = k \cdot T_l \cdot \log \varphi$$

Aby hygrometr měřil správně, je potřeba zajistit regulaci svazku vlasů uložení svazku na přibližně 2 hodiny do místa, kde je relativní vlhkost 100%. Toto je velkou nevýhodou, protože tato regulace se musí provádět často. [14]



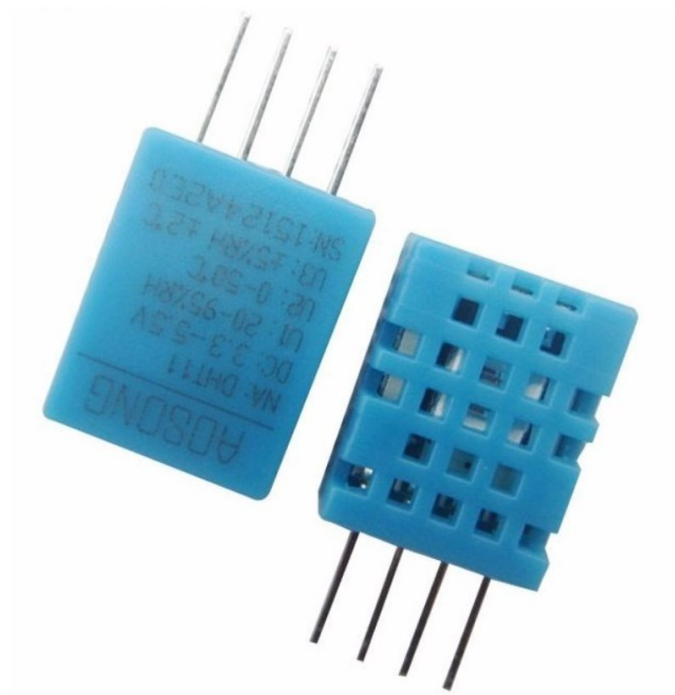
Obrázek 10. Vlasový hygrometr [17]

#### 4.2.2 Kapacitní senzory vlhkosti

Tyto senzory vlhkosti jsou založeny na změně kapacity. Jsou jedním ze základních typů senzorů vlhkosti. Odezva kapacitních senzorů dosahuje 1s při dosažení 90% výstupní hodnoty.

Kapacitní senzor je malý kondenzátor, který se skládá z dvojice elektrod. Horní vrstva je potřena vrstvou zlata, aby byla chráněna před znečištěním. Mezi tyto elektrody je vložený hygroskopický dielektrický materiál, jehož dielektrická konstanta se mění. Se změnou vlhkosti se mění elektrická permitivita dielektrického materiálu.

Výhodou při využití těchto senzorů je, že výstupní napětí je téměř lineární a poskytuje stabilní výsledek při dlouhodobém používání. [18]



Obrázek 11. Digitální senzor vlhkosti vzduchu a teploty DHT11 [19]

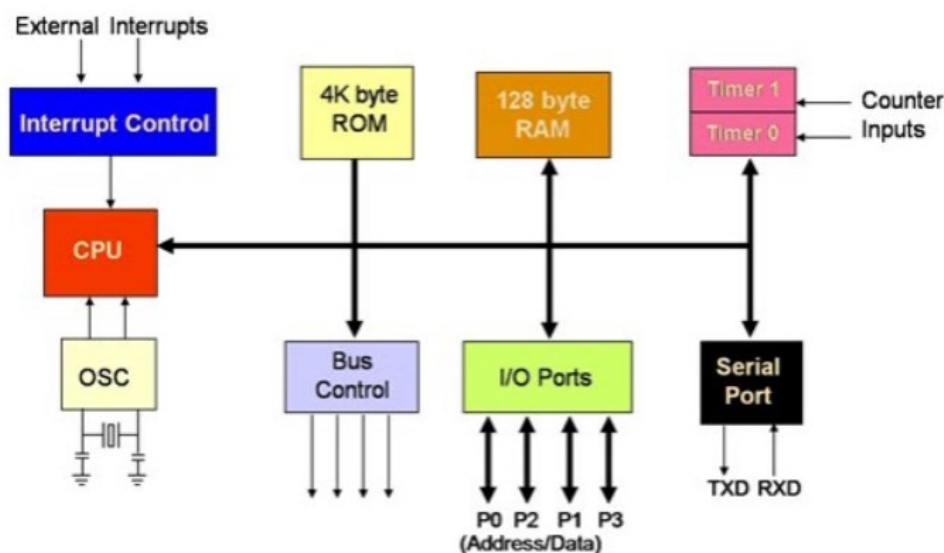


## 5 Mikrokontrolery

Mikrokontrolery můžeme definovat jako integrované obvody určené k řízení konkrétních operací ve vestavěných systémech. Můžeme je občas setkat s označením jako integrovaná řídicí jednotka. V dnešní době je můžeme nalézt téměř všude. Dá se tedy říct, že to je jednoduchý počítač bez front-endového operačního systému. Mikrokontroler se skládá z procesoru, I/O periferie. Na rozdíl od mikrokontroleru, mikroprocesor nemá svoji paměť RAM.

Mikrokontrolery můžou být založeny na základě dvou architektur, Harvard a von Neumann. Architektury se liší na základě metody výměny dat mezi procesorem a pamětí. Při využití Harvard architektury jsou datové sběrnice a instrukce oddělené. V případě von Neumann je využívána jedna paměť pro data a instrukce.

Mikrokontrolery ovládají konkrétní funkce v zařízení. Přijímají data z I/O periferií pomocí svého procesoru. Dočasně potřebné informace, které přijímá, ukládá v datové paměti nebo v datovém registru. Pomocí svého procesoru k těmto datům může přistupovat a poté je dále zpracovávat. I/O periferii využívá také ke komunikaci a provedení požadovaných akcí. [20]



Obrázek 12. Struktura mikrokontroleru 8051 [21]

### 5.1 Arduino

Arduino je řada vývojových desek lišících se velikostí a integrací periferií. Tato deska využívá mikrokontroler ATmega328. Použitý mikrokontroler má mnoho možností využití. Může být využita sériovou komunikací UART TTL, která je povolena prostřednictvím pinu TX a RX. ATmega328 podporuje také I2C a SPI komunikaci.

#### 5.1.1 ATmega328

Použitý mikrokontroler má 32 pinů. Každý port je standardně řízen jako I/O. Případně může být pinu přiřazena alternativní periferní funkce. Popis všech pinů je uveden na obrázku 13.



AVR využívá Harvard architekturu s rozdělenou pamětí a sběrnici pro data a program. Instrukce umístěné v programové paměti jsou zpracovány pomocí jednoúrovňového pipelingu. Paměť pro program je flash paměť. [22]

### 5.1.2 Vývojové prostředí

Pro naprogramování Arduino nano lze využít Arduino software (IDE). ATmega328 je předinstalovaný s bootloaderem. Pomocí bootloaderu je možné nahrávat nově zkompilované kódy do paměti mikrokontroleru. Komunikuje pomocí protokolu STK500. V případě potřeby naprogramování mikrokontroleru je možné využít ICSP.

Pro naprogramování mikrokontroleru se využívá programovací jazyk C. V případě programování samotného Arduino je využitý programovací jazyk C/C++. Arduino IDE podporuje využívání vytvořených knihoven. [23]



Obrázek 15. Programovací prostředí Arduino IDE

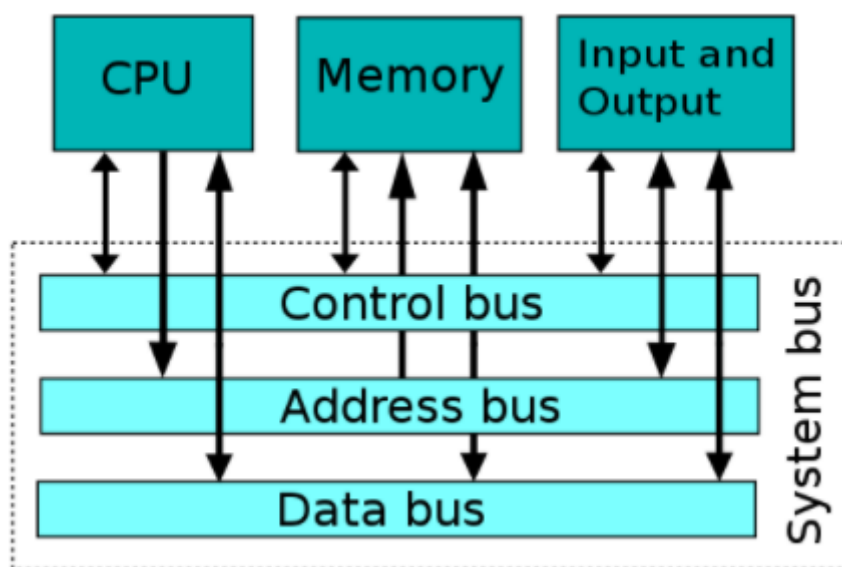
## 6 Komunikace

Komunikace mezi zařízeními zajišťuje přesun potřebných dat. Pomocí komunikace můžeme přesouvat data z jednoho zařízení do dalšího. Komunikační spojení může být bezdrátové nebo fyzické pomocí kabelu. V dnešní době již existuje mnoho komunikačních protokolů, sběrnic.

### 6.1 Sběrníkové systémy

Jednou z možností pro komunikaci je využití sběrníkových systémů. Tyto systémy jsou interní a externí. Interní sběrnice propojuje vytvořená uvnitř zařízení a umožňuje přenos dat mezi jednotlivými částmi zařízení. Sběrnice je rychlá a je nezávislá na ostatních operacích zařízení. Externí sběrnice zabezpečuje vnější komunikaci.

Sběrnice jsou paralelní a sériové. Sériové sběrnice přenášejí data v sériové podobě a paralelní přenášejí data paralelně na více vodičích. [25]

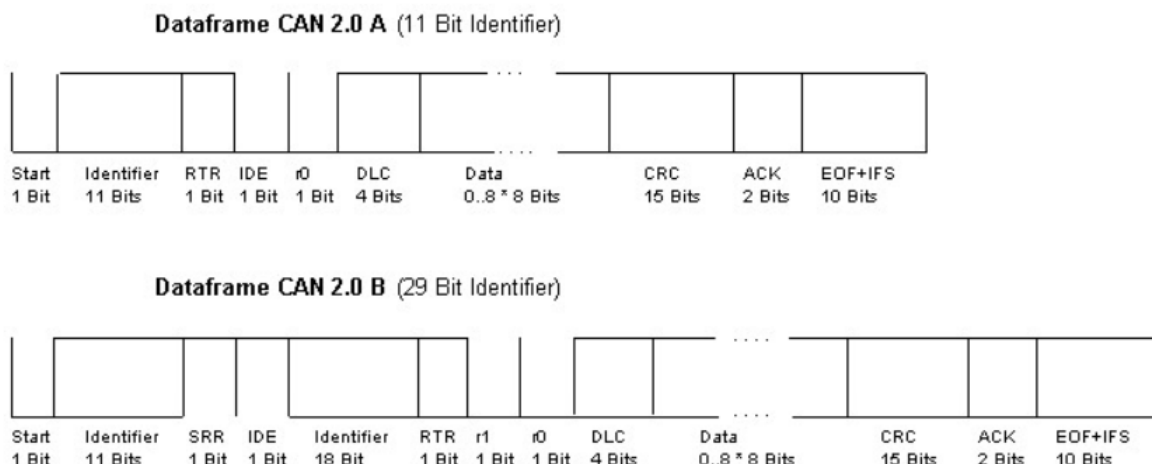


Obrázek 16. Jednoduchý sběrníkový systém [24]

#### 6.1.1 CAN

Je to sériová datová sběrnice. Tuto sběrnici vyvinula společnost Bosch. Původně byla vytvořená pro komunikaci v automotivu. CAN sběrnice využívá normu ISO 11898. Datový přenos CAN protokolu využívá vrstvy z ISO/OSI modulu. Všechna posílaná data mají svoje jedinečné identifikační číslo. Toto číslo popisuje nejenom obsah zprávy, ale také prioritu zprávy. Čím nižší číslo, tím vyšší priorita zprávy. Tyto priority zajišťují, aby nedocházelo ke kolizím na sběrnici při přijímání dat, a také zajišťují prioritní přenos kritických informací. Maximální přenosová rychlost je 1Mbit/sec.

Na CAN sběrnici jsou podporovány dva rámcové formáty zpráv. Standardní rámec využívá 11 bitů pro identifikaci. Druhý využívá 29 bitů pro identifikaci.



Obrázek 17. Rámcové formáty zpráv [26]

CAN protokol nevyužívá potvrzení přijetí zprávy. V případě naskytnutí jakékoliv chyby na to CAN protokol upozorní.

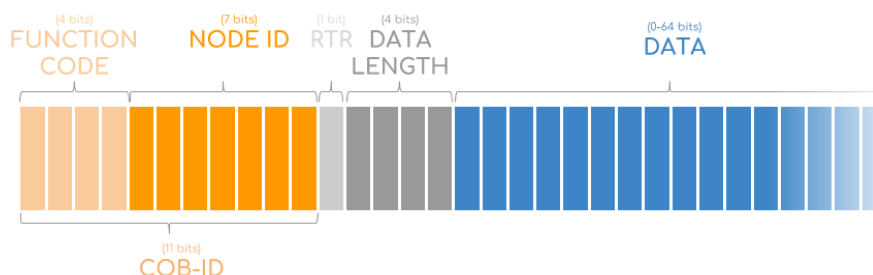
V tomto protokolu jsou definovány 4 typy zpráv:

1. **Data Frame** – tyto zprávy obsahují již výše zmíněné rámce zpráv. Standardní formát zpráv a rozšířený formát zpráv.
2. **Remote Frame** – tato zpráva je podobná datové zprávě. Není zde datová oblast. Při žádosti o zprávu se nastaví identifikátor té zprávy, která je požadována.
3. **Error Frame** – slouží k oznámení vzniklých chyb. V případě chyby je na sběrnici generován příznak chyby.
4. **Overload Frame** – tato zpráva slouží k oddálení odesílání datových zpráv nebo žádosti o data. Při přetížení je zaslán příznak přetížení. [26]

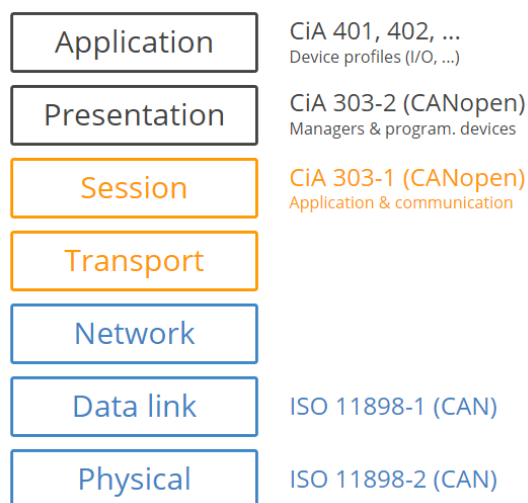
## CANopen

Jedná se o komunikační systém založený na CAN, který se skládá z protokolů vyšší vrstvy. Byl vytvořen jako standardizovaná integrovaná síť. CANopen byl původně využíván pro pohybově orientované řídicí systémy. Používá se v různých průmyslových odvětvích a v automatizaci.

CANopen rámec zprávy je založený na formátu rámce CAN. CAN ID je obsaženo v COB-ID, které musí být jedinečné. 11 bitové COB-ID je rozděleno na dvě části: funkční kód a ID uzlu. V CANopen síti může být maximálně 127 uzlů. Dále rámce zprávy obsahuje jeden řídicí bit, informaci o délce dat a samotné data. [43]



Obrázek 18. CANopen rámec zprávy[43]



Obrázek 19. model OSI [43]

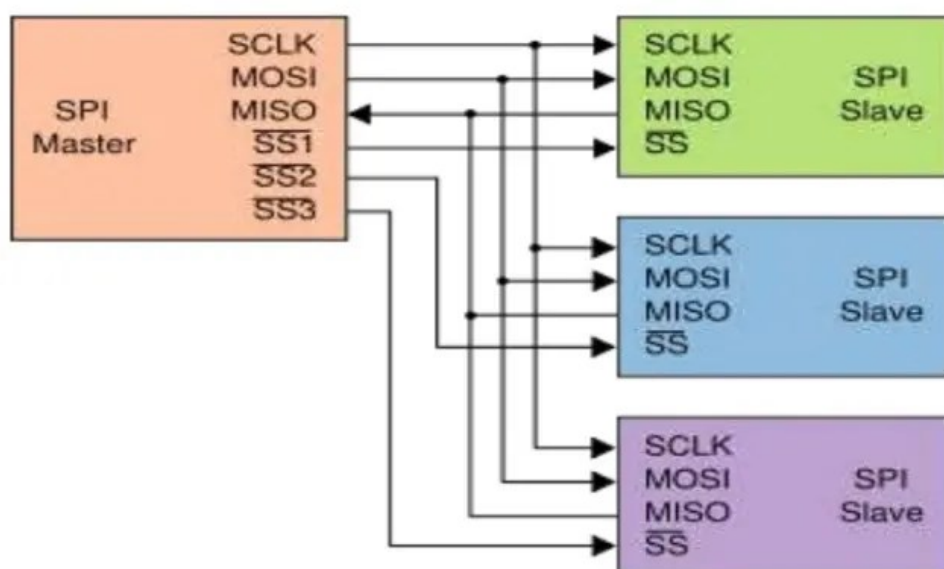
### 6.1.2 SPI

SPI je synchronní sériová komunikace vyvinutá společností Motorola. SPI protokol poskytuje plně duplexní komunikaci, to znamená, že data mohou být odesílána oběma směry současně. Pro synchronizaci vysílání dat je využíván hodinový signál. Je to protokol typu master-slave. V SPI protokolu může být pouze jeden master a několik slave.

Využívá se k propojení mikrokontroleru nebo mikroprocesoru s pamětí, senzory, paměťovými kartami nebo s jinými mikrokontrolery. Tento komunikační protokol je využíván pro komunikaci v krátkých vzdálenostech, tzn. ve stejném zařízení nebo na stejné desce.

SPI využívá 4 druhy signálu:

1. **MOSI** – Master Out/Slave In
2. **MISO** – Master In/Slave Out
3. **SCLK** – Hodinový signál – je generovaný Masterem
4. **CS/SS** – Chip Select/Slave Select



Obrázek 20. Propojení mezi master a slave [27]

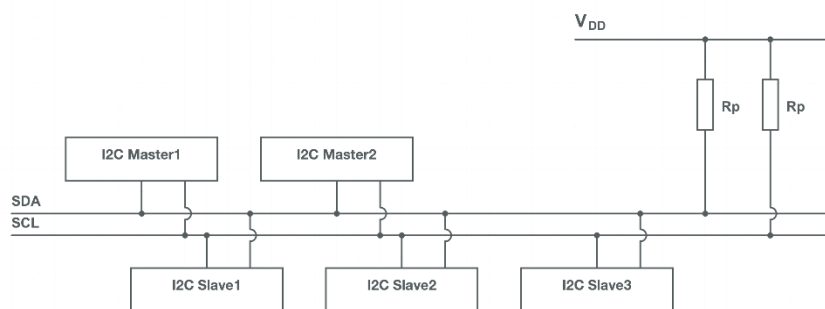
Vysílání dat mezi master a slave je sestaven ze dvou posuvných registrů. Registry mají 8 bitů pro oba zařízení. Pomocí MOSI master zašle startovací bit. Vysílaná data jsou ukládána do posuvných registrů. [27]

### 6.1.3 I2C

I2C je sériová komunikace pro dvou vodičové rozhraní. Byla vytvořena společností Philips. Lze k ní připojit mikrokontrolery, EEPROM, převodníky. Komunikace využívá master a slave.. Každý slave musí mít svoji 7 bitovou adresu. Při využití této komunikace lze mít více master i slave zařízení.

Komunikace z a do masteru je rozdělená do 8bitových paketů. Pro vysílání dat je potřeba pouze dva I/O piny a několik jednoduchých rutin. I2C protokol využívá pouze dva signály SCL – sériové hodiny a SDA – sériová data. Hodinový signál je generován masterem.

Master pomocí vygenerování spouštěcí podmínky začíná komunikaci. Na začátku musí generovat také adresu požadovaného slave. Po získání všech bajtů master generuje požadavek stop. Tímto ukončuje komunikaci na sběrnici. [28]



Obrázek 21. I2C sběrnice

## 6.2 IoT

IoT popisuje síť zařízení, která používají vestavěné systémy. Slouží připojení a vyměňování dat s jinými zařízeními a systémy přes internet. IoT se stalo jednou z nejdůležitějších technologií 21. století. Tuto technologii můžeme nalézt jak už v domácnosti, tak v průmyslových nástrojích. Předpokládalo se, že do roku 2020 bude připojeno okolo 10 miliard zařízení a do roku 2025 až 22 miliard.

IoT umožnilo připojení řady senzorů ke cloudu, a to doprovázelo efektivnější přenos dat. S tím je také propojené rozšíření dostupných cloudových platforem. Vzhledem k vzniklým uložištím je možné vylepšovat strojové učení a analýzu.

IoT má mnoho technologií, ale nejvíce využívaný v dnešní době je Sigfox a LoRaWAN.[29]

### 6.2.1 Sigfox

IoT komunikace, která nepotřebuje navazovat a udržovat síťové spojení. Tato technologie dokáže poslouchat miliardy zařízení vysílající data a ukládat je na cloud. Komunikace je řešena softwarově, to znamená, že celá síťová a výpočetní složitost je spravována na cloudu. Obrázek 20. znázorňuje architekturu Sigfoxu. Stanice poslouchají všechna připojená zařízení. Přijatá data posílají na Sigfox cloud. Z cloudu si uživatel může vytáhnout všechna přijatá data.[30]

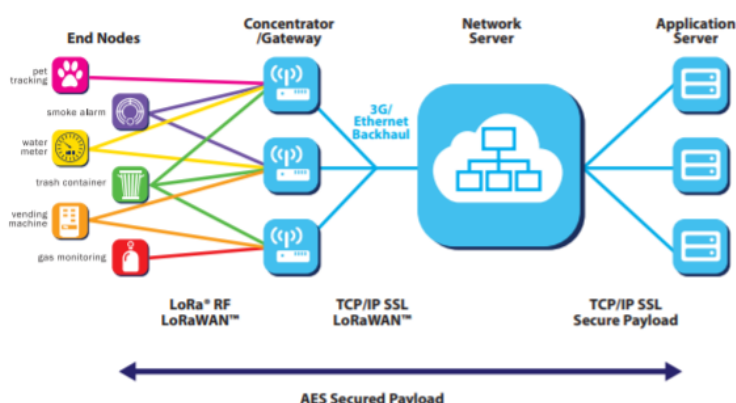


Obrázek 22. Architektura Sigfoxu[31]

Sigfox využívá bezlicenční ISM pásmo 868MHz. Přenosová rychlost každé zprávy je 100 nebo 600 bitů/s. Pomocí této technologie lze posílat pouze malé zprávy. Celkový přenosový rámec zabírá 26 bajtů. Pouze 12 bajtů je volitelné. V průběhu 24h se může přenést pouze 140 zpráv. Zpětný kanál má použitelné pouze 0-8 bajt a pouze 4 zprávy denně. [31]

### 6.2.2 LoRaWAN

LoRaWAN je Low Power, Wide Area protokol určený k bezdrátové komunikaci. LoRa stanice přenášejí zprávy mezi zařízením a síťovým serverem. Brány jsou připojeny k serveru pomocí standardního připojení IP. Přijaté RF pakety převádí na IP pakety a naopak. Při využití této komunikace je možné komunikovat obousměrně. Lora využívá architekturu hvězda, která zachovává životnost baterii. Při této architektuře lze dosáhnout velké vzdálenosti.



Obrázek 23. Síťová architektura LorRaWAN [32]

Dosažení velké kapacity sítě je možné díky adaptivnímu toku dat a využití vícekanálového vícemodemového transceiveru. Lora brána dokáže přijímat více různých datových rychlostí na stejném kanálu ve stejnou dobu. [32]



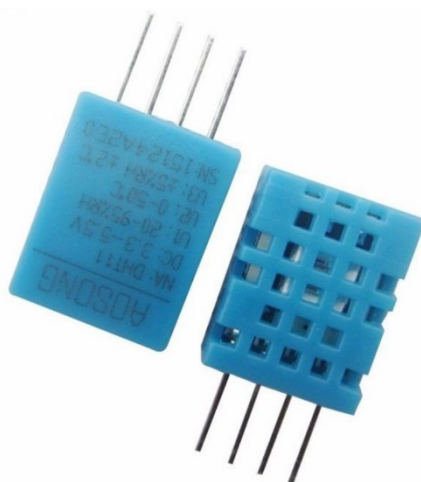
## 7 Návrh řešení

V návrhu řešení integrace chovu zvířat se zaměříme na výběr správných senzorů pro sledování potřebných veličin. Poté se zaměříme na možnosti ovládání dveří kurníku. Dále se budeme zabývat možnostmi sběru a odesílání potřebných dat. Výběr všech využitých komponentů je podmíněna kompatibilitou s Arduino Nano.

### 7.1 Výběr senzorů

Na základě toho, že hlavními veličinami, které můžeme sledovat při chovu slepic, jsou teplota a vlhkost, zaměříme se na výběr senzorů pro jejich sledování. V dnešní době se nabízí mnoho různých senzorů teploty i senzorů vlhkosti. Sensory vlhkosti jsou rozděleny na základě místa měření. Vzhledem k tomu, že je potřeba sledovat vlhkost vzduchu a teplotu, zaměříme se na senzory vlhkosti vzduchu. Tyto senzory jsou propojeny se senzory teploty. Různé druhy těchto senzorů se od sebe liší na základě teplotního a vlhkostního rozsahu. Pro přehlednost, zda je kurník správně zateplený, je potřeba sledovat venkovní teplotu. Při tomhle výběru je potřeba sledovat kromě teplotního rozsahu i to, zda je senzor vodotěsný.

#### 7.1.1 Měření vnitřní teploty a vlhkosti



Obrázek 24. Senzor teploty a vlhkosti vzduchu DHT11 [19]

Rozsah měření vlhkosti: 20 až 90%

Přesnost měření:  $\pm 5\%$

Rozsah měření teploty: 0 až  $+50^{\circ}\text{C}$

Přesnost měření:  $\pm 2^{\circ}\text{C}$

Napájecí napětí: 3-5,5 V

[36]



Obrázek 25. Digitální teploměr a vlhkoměr DHT22[33]

Rozsah měření vlhkosti: 0 až 100%

Přesnost měření:  $\pm 2\%$

Rozsah měření teploty:  $-40$  až  $+80^{\circ}\text{C}$

Přesnost měření:  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

Napájecí napětí: 3,3-5,5 V

[37]

Pro realizaci této práce není potřeba, aby vnitřní teploměr měřil minusové teploty, protože, jak už bylo na začátku této práce zmíněno, v kurníku nesmí být minusová teplota. Kurník je proto zateplený. Z toho důvodu při realizaci je dostačující využití digitálního teploměru a vlhkoměru DHT11. Vzhledem k tomu, že v kurníku je nádoba s vodou a slepice tam tráví hodně času, je minimální pravděpodobnost, že vlhkost v kurníku klesne pod 20 %. To znamená, že i z tohoto hlediska je DHT11 pro řešení dostačující.

### 7.1.2 Měření venkovní teploty



Obrázek 26. Vodotěsný teploměr DS18B20 [34]

Rozsah měření teploty:  $-55$  až  $+125^{\circ}\text{C}$

Přesnost měření:  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  při teplotním rozsahu  $-10$  až  $+85^{\circ}\text{C}$

Napájecí napětí: 3,0-5,5 V

[38]

Pro měření venkovní teploty je zapotřebí, aby teploměr dokázal měřit minusové teploty aspoň do  $-20^{\circ}\text{C}$ . Vzhledem k tomu, že teploměr musí být také vodotěsný, vhodným řešením splňujícím obě podmínky je digitální teploměr DS18B20.

## 7.2 Ovládaní dveří

Na základě výše zmiňovaných podmínek pro chov slepic, jako je zajištění správného režimu, je zapotřebí ve správnou dobu otvírat a zavírat dveře.

### 7.2.1 Výběr pohonu

Otvírání a zavírání dveří je možné řešit několika způsoby. Jedním ze způsobů je využití krokového motoru. Další možností je využití servomotoru. V dnešní době je možné si vybrat z několika druhů motorů. V obou případech hraje zásadní roli, zda převody jsou plastové nebo kovové. Další důležitým parametrem pro výběr motoru je jeho nosnost.



Obrázek 27. Servo MG996R[35]

Provozní napětí: 4,8-6V

Rychlost bez zátěže při 4,8V: 0,17s/60°

Točivý moment při 4,8V: 9,4kg.cm

[39]

Při realizaci dvířek je potřeba využít dostatečně silného motoru. Je také zásadní, aby motor neměl plastové převody, a to proto, aby se zamezilo případnému přetáčení. V případě plastových převodů může dojít k sedření plastových ozubených koleček. Důležitou roli sehraávají nejen technické parametry, ale taky cena motoru a jednoduchost použití. Na základě těchto požadavků lze využít Servomotor MG996R, který má celokovové převody.

### 7.2.2 Časování otevírání a zavírání dveří

Důležitou částí při ovládaní dveří je správné časování. V současné době postačí řídit ovládaní pomocí nastaveného časového plánu. Tento plán vychází z pozorování přirozeného chování slepic. Vystačí jim otevřít dveře po východu slunce a zavřít po západu slunce. Pro toto řešení je možné využít RTC modulu.

### 7.3 Identifikace slepic

Potřeba identifikace slepic může být využita pro zjištění, zda jsou slepice uvnitř nebo venku. Další možností využití je sledování slepic v hnízdě.

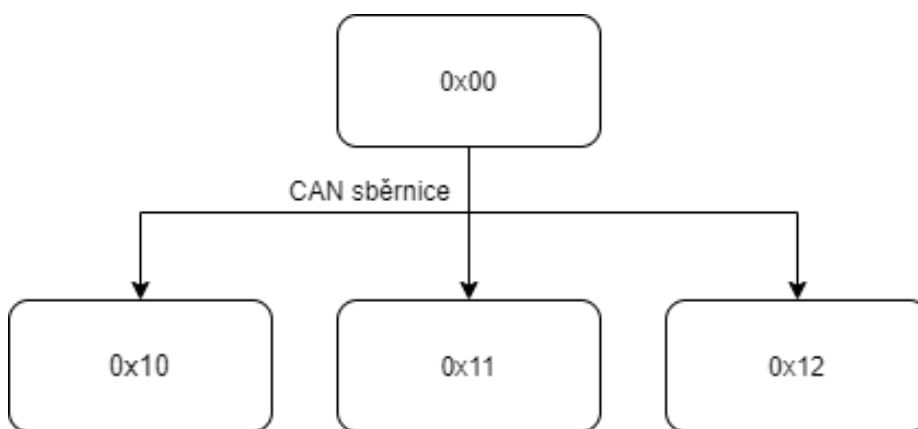
Pro tuto identifikaci lze využít RFID pasivní tagy (viz. kapitola identifikační technologie), které jsou vytvořeny přímo pro identifikaci zvířat. Tagy využívají nízkou frekvenci 125kHz. Pro čtení těchto tagů lze využít RFID čtečku RDM6300, která využívá stejnou frekvenci jako tagy.



Obrázek 28. Pasivní RFID tagy

### 7.4 Distribuce měření

Při návrhu řešení se jako optimální jeví rozdělání systému do 4 modulů. Tímto vznikl rozšiřitelný systém. To znamená, že kdykoliv v průběhu řešení je možné přidat například další senzor. Další výhodou je nezávislost modulu, kromě jednoho hlavního modulu. Nezávislost modulu je velkou výhodou z hlediska toho, že celý systém může fungovat i bez některého z modulů. Další výhodou tohoto systému může být snadné sledování jednotlivých modulů.



Obrázek 29. Blokové schéma modulu

### 7.4.1 Moduly

Moduly je možné rozdělit na základě potřeby umístění senzorů. Návrh rozdělení lze vidět v tabulce.

Tabulka 4. Návrh rozdělení modulů

ČÍSLO	ID	ZAŘÍZENÍ	FUNKCE	PRACOVNÍ JMÉNO
1.	0x00	CAN, SigFox, RTC	odesílání požadavku o zaslání dat ostatním blokům, odesílání dat do databáze	Anča
2.	0x10	teploměr/vlhkoměr, dallas, servo, CAN	měření teploty venku/vevnitř, vlhkosti, otevírání/zavírání dveří	Karel
3.	0x11	teploměr/vlhkoměr, RFID čtečka, CAN	měření teploty, vlhkosti, poslední slepice ve hnízdě	Pepa
4.	0x12	RFID čtečka, CAN	poslední slepice ve hnízdě	Evžen

Všechny moduly budou mít jednu společnou část, a to CAN modul. Poté každý modul bude mít další části na základě jejich požadované funkcionality. Hlavní modul se bude zabývat sběrem dat ze všech modulů a následným odesíláním dat na cloud. Další moduly budou mít navíc senzory, motorek pro ovládání dveří a RFID čtečky.

### 7.4.2 Sběr dat

Při implementaci CAN komunikace mezi moduly je možno využít MCP2515. Modul CP2515 samostatně řídí příjem a odesílání dat i v případě kolize na sběrnici. Transceiver TJA1050 je rozhraním mezi řídicím síťovým protokolem a fyzickou sběrnici. Výhodou této komunikace je jednoduchost implementace a spolehlivost sběrnice. Tento modul je vhodný jak pro malé, tak i pro větší vzdálenosti.



Obrázek 30. MCP2515 CAN Bus Modul TJA1050 [40]

## 7.5 Předávání dat

V návrhu řešení integrace chovu slepic do infrastruktury budov je potřeba sledovaná data získat a ukládat pro následné zpracování. V dnešní době je možné realizovat několik způsobů komunikace. Mezi tyto možnosti patří odesílání dat pomocí IoT technologie, Bluetooth, Wi-Fi a několik dalších možností.

Pro vnější komunikace je lepší možností využití IoT komunikační technologie. Jak již bylo výše zmíněno v kapitole 6, mezi nerozšířenější využívané komunikace patří LoRaWAN a Sigfox. V obou případech je potřeba mít stanici, pomocí které jsou data odesílána na cloud. Při využití sigfoxu není potřeba tvorby vlastního gatewaye a pokrytí je oproti LoRaWAN lepší. Vybraný modul využívá UART komunikační protokol. Na základě toho je snazší využít Sigfox..



Obrázek 31. SigFox Node UART Modem [41]

Využití Bluetooth se jeví jako značně nevýhodné. Je zapotřebí, aby zařízení, na která jsou data odesílána, bylo v určitém dosahu vysílače. Tento dosah se pohybuje v několika jednotkách metrů.



Obrázek 32. Bluetooth modul HC-06 TTL [42]

Využití Wi-Fi na první pohled není špatný nápad. V dnešní době již má celkem velký dosah a docela dobrou dostupnost. Vzhledem k umístění kurníku není tento způsob distribuce informací možný. V místě kurníku není dostupná Wi-Fi. Dalším hlavním aspektem je velká spotřeba Wi-Fi modulu.

## 8 Realizace návrhu

Realizaci návrhu řešení lze rozdělit do několika částí. V rámci první a zároveň hlavní části bylo třeba sestavit hardware. Poté bylo možné implementovat vnější komunikaci hardwaru s počítačem vlastníka. Předposledním krokem realizace bylo vytvoření softwaru. Nakonec byla vytvořena mechanická část dveří.

### 8.1 Sestavení hardwaru

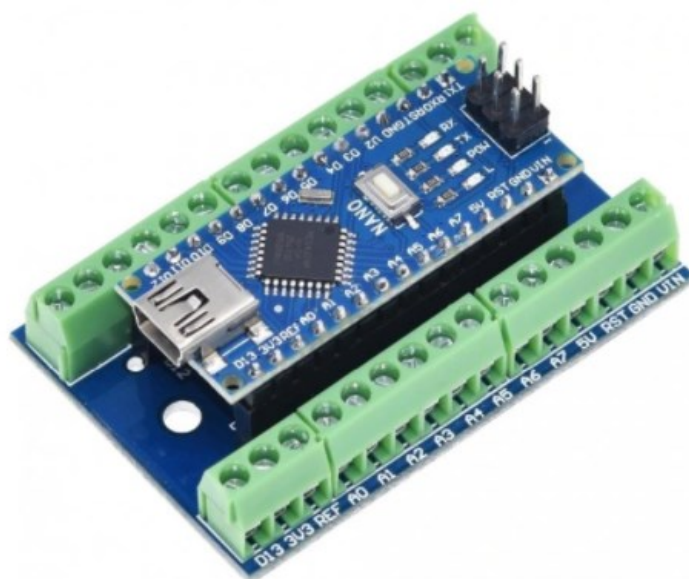
Celá hardwarová část realizace je rozdělena do 4 modulů, jeden je hlavní a tři jsou vedlejší. Rozdělení modulů bylo závislé na umístění. Vedlejší moduly jsou na sobě nezávislé. Tato možnost realizace byla zvolena z důvodu případné potřeby rozšíření. Jak je již v návrhu řešení napsáno, všechny moduly mají společnou jednu část. Tato část zajišťuje připojení na CAN sběrnici.

Využitá sběrnice je využívána pro sběr dat od všech modulů. Vedlejší moduly sdílejí pomocí této sběrnice svá naměřená data s hlavním modulem. Tento hlavní modul je jediný, který je závislý na ostatních modulech.

Všechny moduly mají ještě další zařízení závislé na jejich požadované funkcionalitě. Modul dvě se zabývá měřením vnitřní a venkovní teploty. Dále se zabývá měřením vlhkosti vzduchu v kurníku a ovládáním dveří. Toto ovládání využívá hodinový signál s RTC modulem, který můžeme nalézt v hlavním modulu.

Modul tři má kromě CAN modulu také senzory na měření teploty a vlhkosti. Poté zde můžeme nalézt čtečku RFID, která identifikuje slepice ve hnízdě. Poslední modul čtyři má navíc pouze čtečku RFID.

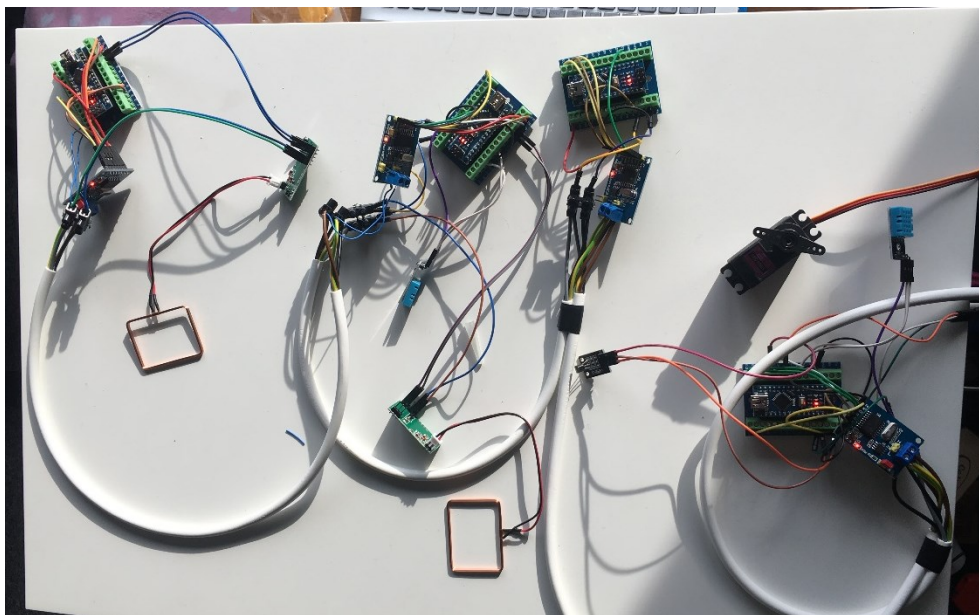
Pro jednodušší zapojení všech komponentů byl využit shield vytvořený přímo pro Arduino nano, který je možné vidět na obrázku 33.



Obrázek 33. Shield s Arduino Nano [44]



První prototyp hardwaru lze vidět na obrázku 34. Zleva je zobrazen modul 4. Vedle tohoto modelu je modul 3. Poté je modul 1 a poslední vpravo je modul 2. Všechny tyto moduly po otestování byly vloženy do krabiček.



Obrázek 34. První prototyp hardwaru

#### 8.1.1 Implementace vnější komunikace

Po vytvoření hardwaru bylo potřeba získaná data, která jsou uložena na CAN sběrnici, odeslat do databáze. Pro toto odesílání byla implementována Sigfox komunikace, která odesílá data do cloudu. Z tohoto cloudu jde následná data stáhnout a dále je zpracovat. Vzhledem k tomu, že kurník je umístěn v dosahu Sigfox gateway, je implementace jednodušší.

Sigfox je implementován do hlavního modulu, který má shromážděná všechna data z ostatních modulů.

## 8.2 Popis softwaru

Prvním krokem po sestavení hardwaru je potřeba zajistit správnou funkčnost všech modulů. Z toho důvodu je potřeba vytvořit program pro ovládání všech modulů, a to jak pro ovládání senzoru, tak pro komunikaci vnitřní/vnější. Poté je možné využít získaná data. Toto můžeme zajistit jednoduchou vizualizací.

#### 8.2.1 Hlavní program

Tento program ovládá celý sestavený hardware. Byl vytvořen v programovacím jazyku C/C++ v prostředí vytvořeném pro Arduino. Hlavní částí tohoto programu bylo vytvoření vnitřní komunikace pro sběr dat pomocí CAN sběrnice. Tato část programu je obsažena ve všech modulech. Jediný rozdíl je, že vedlejší moduly sdílejí svá data a hlavní modul je všechny shromažďuje.

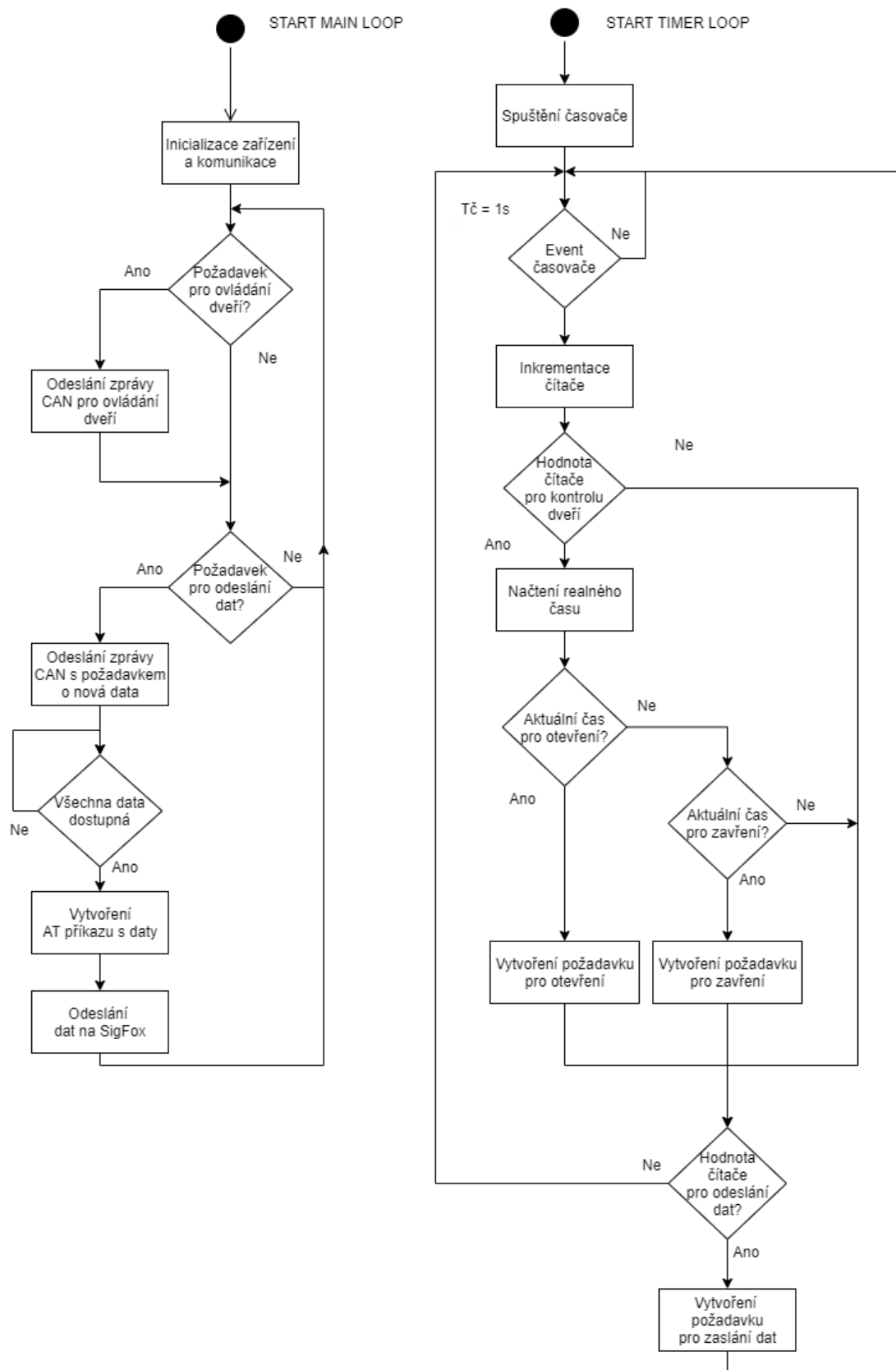
Při vytváření komunikační části bylo potřeba zajistit, aby nedocházelo ke kolizím. Toto bylo zajištěno přiřazením priorit všem modulům.



Poté, co modulům přijde zpráva s ID 0x00 z hlavního modulu, všechny odešlou zprávy s informacemi. Zprávy dojdou postupně na základě přiřazených priorit. Každá zpráva obsahuje ID modulu a balík dat, který obsahuje informace od modulů. V případě otevírání dveří hlavní modul pošle zprávu s ID 1. Pro otevření dveří pošle modul zprávu s ID 2. Tyto dvě ID se posílají na základě nastavených hodin pro zavírání a otevírání. Čas je získáván s RTC.

Softwarová část vnější komunikace je obsažena pouze v hlavním modulu. V této části je zajištěno odeslání všech získaných dat na cloud. Odesílání probíhá přibližně co 12 minut. Tento čas je určen na základě množství povolených zpráv za 24h. Po uběhnutí 12minut hlavní modul nejprve odešle ID 0 pro získání dat z ostatních modulů. Poté, co obdrží všechny zprávy nebo projde 100 cyklů čekání na data, jsou data odeslána na cloud.

Program v hlavním modulu je rozdělen do dvou smyček. Vedlejší smyčka se zabývá časováním. V této smyčce dochází k vytváření požadavku na ovládání dveří a odesílání dat. K inkrementaci iterace dochází co 1s. V hlavní smyčce dochází k odesílání požadavků. V případě odeslání požadavku na zaslání dat smyčka čeká na všechna data od modulů. Poté vytvoří AT příkaz s daty a odešle je na Sigfox.



Obrázek 35. Popis programu modulu 0x00

Zpráva posílaná na cloud se skládá z maximálně 12 bajtů. V tomto případě je zabraných 8 bajtů. Zbytek bajtů je určen pro případné rozšíření modulů o další senzory. Rozložení zprávy je popsáno v tabulce.

Tabulka 5. Rozdělení bajtu ve zprávě

Byte	Informace
0	Teplota vnitřní
1	Vlhkost
2	Teplota vnitřní 2
3	Teplota venkovní
4	Vlhkost 2
5	Čtečka 1
6	Čtečka2
7	-
8	-
9	-
10	-
11	Stav dveří

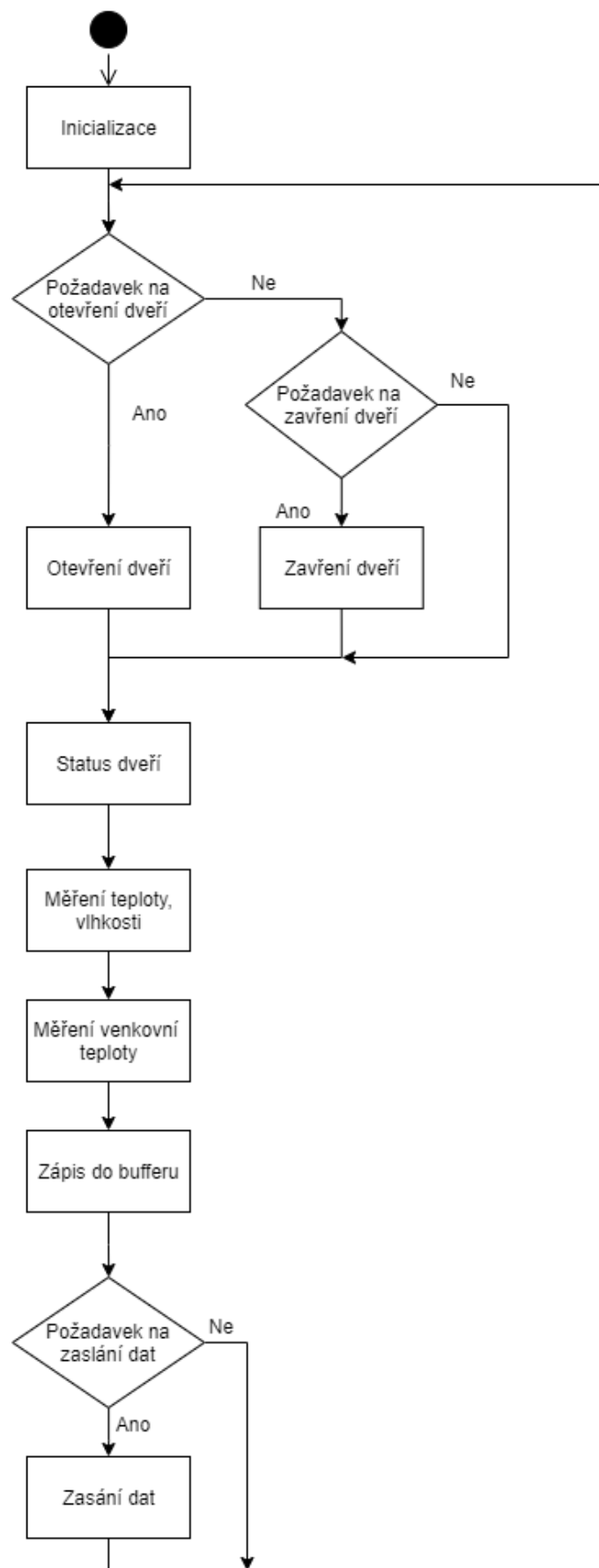
Zpráva je v hexadecimálním tvaru. Před dalším využitím informací získaných ze senzorů je potřeba zprávu prvně rozložit a následně zaměnit na decimální tvar.

```
"6c58686c4b000001";"2021-04-21 01:44:54"
"6c58686c4b000001";"2021-04-21 01:32:54"
"6b58686c4c000001";"2021-04-21 01:20:52"
"6c58686c4b000001";"2021-04-21 01:08:52"
"6c58686c4b000001";"2021-04-21 00:56:50"
"6c58686d4a000001";"2021-04-21 00:44:50"
"6c58686d4a000001";"2021-04-21 00:32:49"
"6c58686d4a000001";"2021-04-21 00:20:49"
"6c58686d49000001";"2021-04-21 00:08:48"
"6c58686d49000001";"2021-04-20 23:56:46"
"6c58686d49000001";"2021-04-20 23:44:46"
```

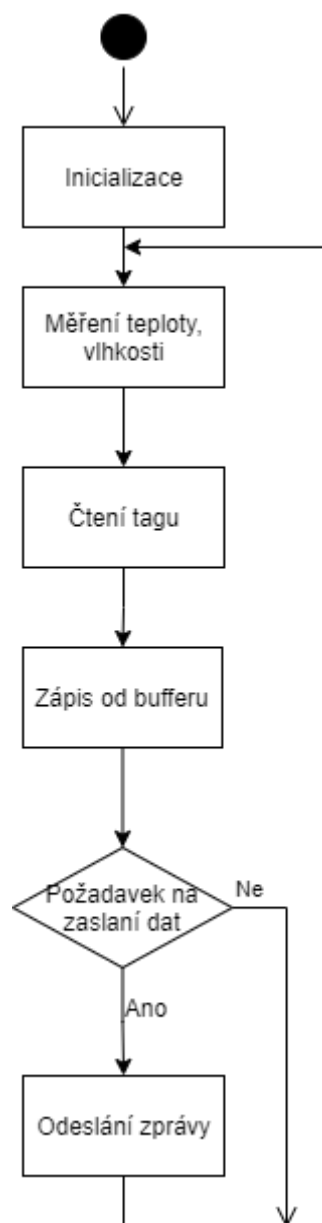
Obrázek 36. Ukázka dat s cloudu

Po vytvoření komunikace je potřeba zajistit pomocí programu získání dat ze senzorů. Tato část programu se již liší v každém modulu. Je to způsobeno rozdílem obsahu modulu. Před odesláním těchto dat ze senzoru je zapotřebí data upravit.

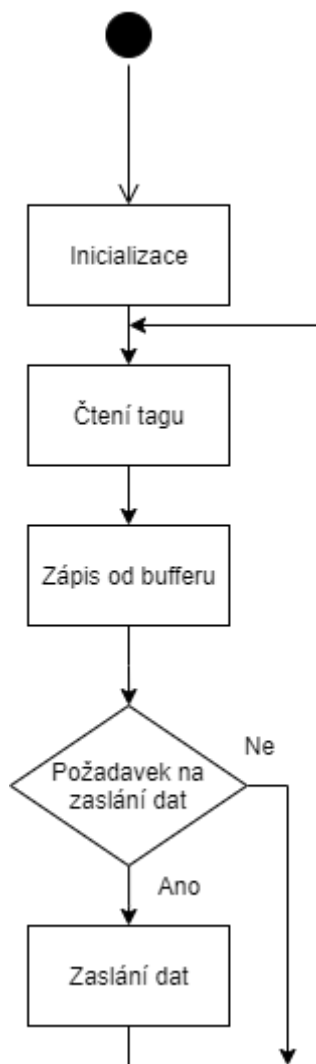
Jak již je výše zmíněno, každá informace má pouze 1 bajt. Tento problém se naskytl v případě teploty a ID získaného z tagu. Teplota může být taky záporná, proto je ke každému záznamu teploty přičteno 100. Takto lze rozlišit, zda je teplota kladná nebo záporná. V případě ID slepic bylo nejjednodušší zkrátit číslo pouze na poslední dvě číslice, které se u každého tagu liší.



Obrázek 37. Popis programu modulu 0x10



Obrázek 38. Popis programu modulu 0x11



Obrázek 39. Popis programu modulu 0x12

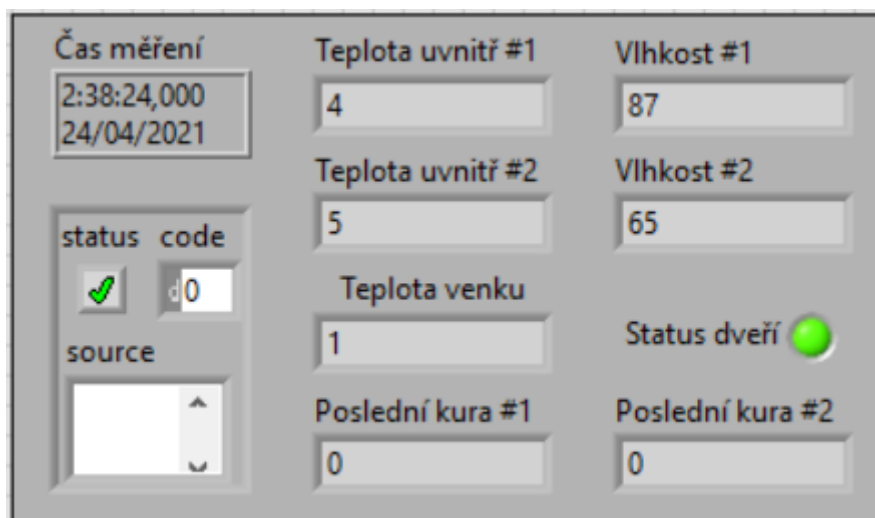
### 8.2.2 Vizualizace

Získaná data ze senzoru je možné zpracovat do jednoduché vizualizace, aby bylo možné kontrolovat hodnoty během dne. Pro vizualizaci bylo využito programovací prostředí LabView. Vzhledem k tomu, že data z cloudu jsou ve formátu JSON, bylo jednodušší prvně data zpracovat v Python skriptu a následně je využít ve vizualizaci.

Při realizaci vizualizace bylo potřeba upravit získaná data z teploměru. Od získané teploty ze zprávy bylo potřeba odečíst 100, abychom dostali reálnou teplotu změřenou senzorem.

Na základě statusu dveří zjistíme, zda se dveře zavřely nebo otevřely. Respektive zda se hlavní program dostal do funkce na zavírání nebo otevírání dveří.

Vizualizace zachycuje kromě získaných hodnot také případné chyby při načítání dat s python souboru. Lze taky vidět čas měření, na základě kterého můžeme zjistit, zda pořád chodí nová data či nikoliv.



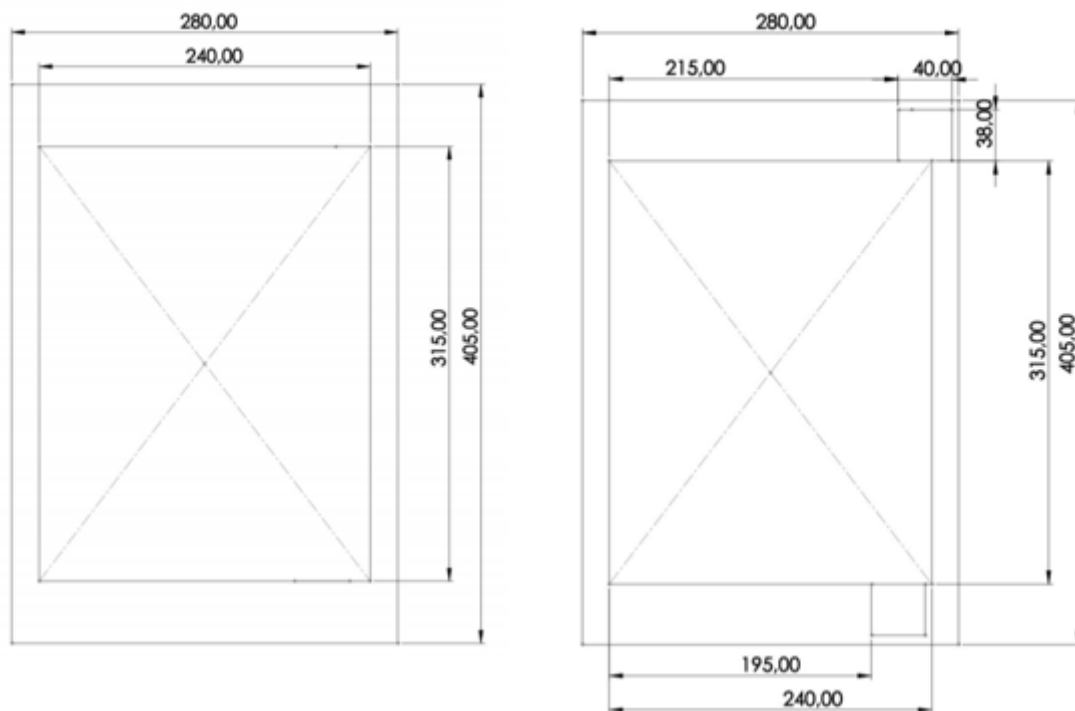
Obrázek 40. Vizualizace v LabView

### 8.3 Mechanická část dveří

Pro ovládní dveří bylo potřeba navrhnout mechanickou část dveří. Dveře se skládají s několika částí, aby bylo možné vložit vybraný pohon. Rám dveří se skládá z vnitřní a vnější konstrukce. Vnitřní konstrukce je vytvořená ze tří vrstev. Vnější konstrukce rámu zakrývá pohon z obou stran, aby nedošlo k vypadnutí z rámu. Zasazení servomotoru do rámu dveří je zobrazeno na obrázku 41. Výkres obou konstrukcí je zobrazen na obrázku 42. Vlevo je vnější konstrukce rámu a vpravo je vnitřní konstrukce.

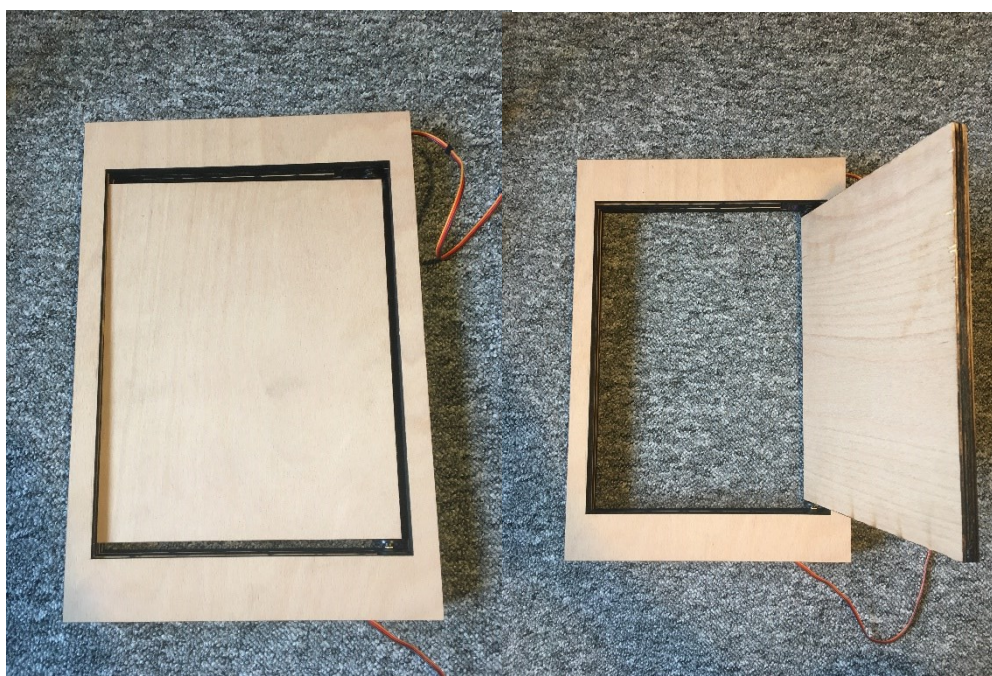


Obrázek 41. Vložený pohon do rámu dveří



Obrázek 42. Vnější a vnitřní konstrukce rámu dveří

Samotné dveře se skládají s dvou vrstev. Dveře mají rozměry 235x295mm. Tyto dveře jsou z obou stran, nahoře a dole, připevněné k servomotoru. Celá konstrukce je vytvořená s 6 mm dubové překližky.



Obrázek 43. Realizace dveří



## 9 Experimentální ověření

Vytvořené moduly byly vloženy do kurníku. Jejich rozložení bylo závislé na požadovaném umístění senzorů. Modul ovládající dveře byl připevněn přímo na dveře kurníku. Původní dveře kurníku byly vyměněny za vytvořené dveře s pohony. Poté byly napojeny do připraveného modulu. Tyto dveře zajišťují částečně denní režim slepicím. Momentálně jsou tyto dveře ovládané na základě nastaveného plánu. S východem slunce se dveře otvírají, večer chvíli po západu slunce se zavírají. Časová prodleva po západu je nastavena tak, aby všechny slepice stihly vlézt do kurníku. Ve vytvořené mezeře mezi dveřmi a konstrukcí kurníku byl vytažen venkovní teploměr.



Obrázek 44. Modul pro ovládání dveří

Hlavní modul, který zajišťuje sběr dat a jejich odesílání na cloud, byl umístěn vedle okna. Toto umístění bylo zvoleno pro snadnější vytažení napájecího kabelu. Napájecí kabel je napojen na měnič napětí. Využití měniče je potřeba, aby bylo možné získat napětí 5V. Celý kurník je napájen pomocí 12V autobaterie.



Obrázek 45. Hlavní modul

Poslední dva moduly byly umístěny ve dvou hnízdech vzhledem k tomu, že obsahují RFID čtečky. Při prvotním testování prototypu vyšlo najevo, že využívané RFID čtečky nejsou dostatečné na zjišťování pohybu slepic z a do kurníku. Anténa RFID čtečky není dostatečně rychlá na zachycení průchodu dveřmi. Na základě tohoto testování byly RFID čtečky určeny pro sledování přítomnosti slepic ve hnízdě. Tahle možnost měla být s velkou pravděpodobností účinná, na základě zjištěných informací o chovu slepic.



Obrázek 46. Modul umístěný v hnízdě

Aby bylo možné sledovat přítomnost slepic v hnízdě, bylo potřeba umístit všem slepicím RFID tagy na jednu z noh.



Obrázek 47. RFID tag

## 9.1 Využití získaných dat

Získaná data jsou uložena na cloudu. Data o teplotě je možné využít pro zlepšování chovných podmínek slepic. Jak již bylo v kapitole o chovu slepic popsáno, teplota v kurníku má vliv na snášku. Ze získaných dat o vnitřní teplotě můžeme zjistit, zda není v kurníku příliš velká zima. Na základě těchto údajů lze posoudit, zda je třeba kurník odvětrávat nebo zda je třeba vyhřívat. V závislosti na získaných

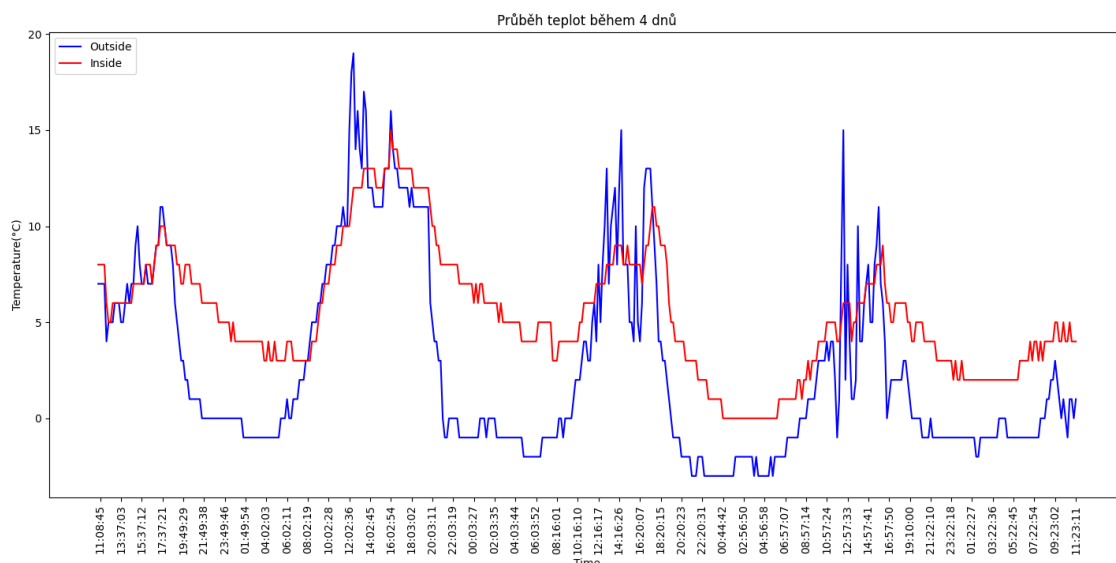
informacích o teplotě v kurníku je možné předvídat jaká bude snáška, a to buď dobrá nebo špatná. Informace o teplotě může ukázat, zda je kurník dostatečně zateplený. Informace o vlhkosti je pro chovatele velice důležitá. V případě příliš velké vlhkosti by mohlo docházet k námraze, která by v nejhorším případě mohla způsobit úmrtí chovu.

Při porovnání vnitřní a venkovní teploty můžeme dopředu určit, kdy je třeba větrat nebo vyhřívat. Na základě této informace je možné předpovídat spotřebu elektrické energie. Předpověď spotřeby je možné využít pro nastavení, kdy se má kurník vytápět/větrat. Tímto můžeme zajistit menší náklady, a to na základě využití přebytečné energie, například z fotovoltaiky, nebo využitím nočního tarifu.

Informace o teplotách může ukázat, kdy je vytápění kurníku ekonomicky nevýhodné. Spotřebu energie pro vytápění lze porovnat s možnou teoretickou snáškou. Tato porovnání ukáže, zda je to výhodné či nikoliv. Aby byla předpověď z ekonomického hlediska přesnější, je potřeba do porovnání zahrnout využití tarifu či přebytečnou energii.

### Zpracování dat pomocí grafu

Získaná data z cloudu si můžeme například porovnávat pomocí grafu. Na obrázku je zobrazeno porovnání vnitřní a venkovní teploty v průběhu několika dní. Velké výkyvy teploty byly způsobeny přímým sluncem na venkovní teploměr. Vzhledem k tomu, že kurník není nijak stíněný, k menším výkyvům docházelo také uvnitř kurníku.



Obrázek 48. Graf průběhu teplot během 4 dnů

### Statistika chovů

V případě dostupných informací z tagů je možné vytvářet statistiku chovu slepic. Z této statistiky je zřetelné, která slepice byla kolikrát ve hnízdě. Na základě získaných informací se statistiky lze získat údaje, zda je slepice ještě vhodná pro chov či nikoliv. V případě, že slepice nechodí do hnízda lze předpokládat, že tato slepice již nesnáší vajíčka. Tyto předpoklady je možné získat na základě porovnání všech slepic a teoretických údajů o snášce. Vzhledem k tomu, že teplota má na snášku významný vliv, je potřeba kvalitu snášky porovnávat i s touto vnitřní teplotou. Tato statistika by v budoucnosti mohla pomoci k vytvoření historie slepic či trasování vajíček.

## 10 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo nastudování chovu vybraného domácího zvířete. Tato problematika je popsána v kapitole o chovu slepic, kde je nejenom popsán obecný chov slepic, ale také eko chov. Tento chov je většinou využíván v domácím chovu, na kterém jsem realizovala celou svou práci. Z těchto nastudovaných informací bylo možné zjistit podstatné věci pro dobrý chov slepic, které lze sledovat pomocí různých senzorů. Při studování problematiky jsem zjistila, že mezi nejdůležitější podmínky patří teplota a vlhkost v kurníku. Na základě těchto zjištění jsem si nastudovala problematiku měření teploty a vlhkosti. Tuto problematiku jsem popsala v kapitole zabývající se senzory. Dále jsem v kapitole identifikační technologie popsala, jaké jsou možnosti v dnešní době. V poslední části teorie je popsala mikrokontrolery a komunikaci. Na základě studia problematiky mikrokontroleru jsem zjistila, jaké možnosti jsou vhodné pro moji realizaci. Na základě zjištěných informací o komunikaci jsem mohla vybrat nejvhodnější technologii pro sběr dat a následné odesílání do databáze.

V praktické části této práce jsem provedla návrh integrace chovu slepic. Návrh řešení obsahuje výběr vhodných senzorů. Dále také lze v této kapitole zjistit informace o možnostech ovládání dveří, sběru dat, vnější komunikaci a identifikaci zvířat. Na základě informací o jednotlivých senzorech a modulech jsem zvolila vhodné komponenty. V rámci realizace jsem vytvořila hardware, který je rozdělen do jednotlivých modulů. Na základě hardwaru jsem vytvořila vhodný software, jak pro ovládání jednotlivých modulů, tak pro vnitřní sběr dat a odesílání dat na cloud. V rámci software jsem vytvořila také jednoduchou vizualizaci získaných dat. Tato vizualizace zajišťuje nejenom sledování získaných dat, ale také umožňuje zjistit, zda nedošlo k přerušení měření.

Navržený a realizovaný systém umožňuje sledovat vnitřní a vnější teplotu. Dále také sleduje vlhkost uvnitř kurníku. Získané informace o měřených veličinách umožňují zlepšování podmínek chovu. Dále je možné na základě vnitřní teploty přibližně předpovídat snášku slepic. Využití čtečky a tagy lze využít pro identifikaci slepic. Na základě dosahu je možné využít tyto tagy pro sledování přítomnosti slepic ve hnízdě. Mnou navržené ovládání dveří je dostačující, ale je možné jeho vylepšení. Ovládání dveří napomáhá k snížení obsluhy kurníku.

Experimentální ověření ukázalo několik nedostatků. Zvolené RFID čtečky jsou nevhodné. Využívaná anténa má malý dosah. Rychlost čtení v případě využití v hnízdě je dostačující, a to vzhledem k tomu, že slepice ve hnízdě sedí určitou dobu. Dále také jsem došla k závěru, že slepice se nechovají standardně. V hnízdě by za normálních podmínek seděla jedna slepice, ale tyto tam sedí hromadně. Tato skutečnost není příznivá pro čtení RFID tagů. Po umístění modulu do hnízd se slepice začaly shromažďovat v posledním hnízdě, kde čtečka není umístěná. Hnízda s moduly přestaly úplně využívat. Na základě těchto skutečností jsem došla k závěru, že tagy určené pro zemědělství je možné využít pouze pro přímou identifikaci zvířete člověkem, a ne pro automatizaci. Při ověřování ovládání dveří nebyly nalezeny nedostatky, pouze možnosti zlepšení. Jednou z možností je sledování průchodu slepic dveřmi. Toto může být zajištěno například pomocí světelné zábrany. Na základě informací o tom, zda jsou slepice uvnitř či nikoliv, lze ovládat zavírání dveří.

## Literatura

1. Kurník pro slepice. Kurice.cz [online]. ČR: Kuřice [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.kurice.cz/chov-slepice/kurnik-pro-slepice>
2. Prísvetlovani a topeni slepicim. Kurice.cz [online]. ČR: Kuřice [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.kurice.cz/chov-slepice/prisvetlovani-a-topeni-slepici>
3. Krmivo pro slepice. Kurice.cz [online]. ČR: Kuřice [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.kurice.cz/chov-slepice/krmivo-pro-slepice>
4. Ekologicky chov slepic. Chovzvirat.cz [online]. ČR: doc. Ing. Martina Lichovnicková, Ph.D., 2015 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <http://www.chovzvirat.cz/clanek/681-ekologicky-chov-slepice/>
5. Druh a oznaceni vajec. In: Www.farmavalcha.cz [online]. 2019 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.farmavalcha.cz/druhy-a-oznaceni-vajec/>
6. Poultry Leg Tag. Orangetags.com [online]. orangeTags, 2004 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <http://www.orangetags.com/wp-content/uploads/2013/09/PoultryLegTag.jpg>
7. Technologie RFID a její výhody. Smart-tec.com [online]. ČR: DACHCOM, 2020 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.smart-tec.com/cs/auto-id-svet/technologie-rfid>
8. Jak fungují RFID čtečky. Esp.cz [online]. ČR: ESP holding [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://esp.cz/cs/blog/funguji-rfid-ctecky>
9. Near Field Communication Technology Standards. Nearfieldcommunication.org [online]. [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <http://nearfieldcommunication.org/technology.html>
10. An NFC ticketing system with a new approach of an inverse reader mode [online]. Zurich: IEEE, 2013 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6482448>
11. NFC technology. In: Nfc-forum.org [online]. [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/>
12. Functional difference between NFC type-1 tag, NFC type-2 tag, NFC type-3 tag, NFC Type-4 Tag. In: Www.rfwireless-world.com [online]. [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.rfwireless-world.com/Tutorials/NFC-Type1-Tag-vs-NFC-Type2-Tag-vs-NFC-Type3-Tag-NFC-Type4-Tag-Types.html>
13. What is a Sensor? Different Types of Sensors and their Applications. Electronics Hub [online]. 2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.electronicshub.org/different-types-sensors/>
14. JENČÍK, J., Volf, J. a kol.: Technická měření. ČVUT v Praze, Praha 2000, ISBN 80-01- 02138-6
15. How does a thermocouple work and what are thermocouple types. Visaya.solutions [online]. 2019 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://visaya.solutions/en/article/how-does-thermocouple-work-thermocouple-types>
16. Types of Thermocouple. Thermocoupleinfo [online]. [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://www.thermocoupleinfo.com/thermocouple-types.htm>
17. Historické snímače - jde to i bez elektřiny a integrovaných obvodů. Automatizace.hw.cz [online]. 2009 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/historicke-snimace-jde-i-bez-elektriny-a-integrovanych-obvodu>
18. Farahani, Hamid; Wagiran, Rahman; Hamidon, Mohd N. 2014. "Humidity Sensors Principle, Mechanism, and Fabrication Technologies: A Comprehensive Review" Sensors 14, no. 5: 7881-7939. <https://doi.org/10.3390/s140507881>



19. ASAIR senzor teploty a vlhkosti vzduchu DHT11. In: Laskarduino.cz [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: [https://www.laskarduino.cz/arduino-senzor-teploty-a-vlhkosti-vzduchu-dht11/?gclid=Cj0KCQjw4ImEBhDFARIsAGOTMj\\_EpPvFFZjuD6xPWhNEieXwsInmpGxiFj6C0Uq8UM8EPHvhaIW4O7gaAlQXEALw\\_wcB](https://www.laskarduino.cz/arduino-senzor-teploty-a-vlhkosti-vzduchu-dht11/?gclid=Cj0KCQjw4ImEBhDFARIsAGOTMj_EpPvFFZjuD6xPWhNEieXwsInmpGxiFj6C0Uq8UM8EPHvhaIW4O7gaAlQXEALw_wcB)
20. Microcontroller. Internetofthingsagenda.techtarget.com [online]. [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/microcontroller>
21. 8051 Microcontroller Architecture. Javapoint.com [online]. [cit. 2021-04-22]. Dostupné z: <https://www.javatpoint.com/embedded-system-8051-microcontroller-architecture>
22. Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P\_datasheet [online]. The Atmel, 2016 [cit. 2021-04-22] Dostupné z: [https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P\\_Datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf).
23. Arduino Board Nano. Arduino.cc [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardNano>
24. Communication within the computer. In: Iptinformation.weebly.com [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://iptinformation.weebly.com/communication-within-the-computer.html>
25. Reading-Bus. In: Introduction to Computer Applications and Concepts [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://courses.lumenlearning.com/zeliite115/chapter/reading-bus/>
26. CAN - Controller Area Network. In: CANLAB [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: [https://www.canlab.cz/cs/can\\_bus](https://www.canlab.cz/cs/can_bus)
27. Introduction to SPI communication Protocol. In: Microcontrollerslab [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://microcontrollerslab.com/introduction-to-spi-communication-protocol/>
28. I2C Info – I2C Bus, Interface and Protocol In: I2C Info [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.i2c.info>
29. What is IoT? Oracle [online]. [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>
30. What is Sigfox? Sigfox build [online]. [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://build.sigfox.com/sigfox>
31. Sigfox technology. Sigfox [online]. [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.sigfox.com/en/what-sigfox/technology>
32. LoRaWAN What is it? [online]. In: . 2015 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://loralliance.org/wp-content/uploads/2020/11/what-is-lorawan.pdf>
33. ASAIR senzor teploty a vlhkosti vzduchu DHT22. Laskarduino [online]. [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.laskarduino.cz/arduino-senzor-teploty-a-vlhkosti-vzduchu-dht22/>
34. Dallas DS18B20. Laskarduino [online]. [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.laskarduino.cz/dallas-ds18b20-orig--digitalni-vodotesne-cidlo-teploty-1m/>
35. Servo MG996 s kovovými převody. Laskarduino [online]. [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.laskarduino.cz/servo-mg996-s-kovovymi-prevody-kontinualni--extra-silne/>
36. DHT11 Product Manual [online]. In: . [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/0B4B30jzMyzG8VFJ3QlozMnp6Y0E/view>
37. AM2302 Product Manual [online]. In: . [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/0B4B30jzMyzG8czNPdXl3MVNrYkk/view>

38. Dallas DS18B20 datasheet [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/0B4B30jzMyzG8amxoTjc2WlI2aIU/view>
39. MG996R High Torque Metal Gear Dual Ball Bearing Servo [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: [https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG996R\\_Tower-Pro.pdf](https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG996R_Tower-Pro.pdf)
40. MCP2515 CAN Bus Modul TJA1050. Laskarduino [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://www.laskarduino.cz/mcp2515-can-bus-modul-tja1050--8mhz--spi/>
41. LPWAN Sigfox Node UART Modem [online]. [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/1584-iot-lpwan-sigfox-node-uart-modem-868mhz-vcetne-anteny-a-programatoru.html>
42. Bluetooth modul HC-06 TTL. Laskarduino [online]. [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.laskarduino.cz/bluetooth-modul-hc-06-ttl/>
43. CANopen Explained. CSS electronics [online]. [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.csselectronics.com/screen/page/canopen-tutorial-simple-intro/language/en>

# Přílohy

## Zdrojové kódy

Příloha „PAL0238.rar“

### Soubory

„Moduly/0x00/0x00.ino“ – Zdrojový kód pro komunikaci.

„Moduly/0x10/0x10.ino“ – Zdrojový kód pro ovládání dveří, měření vnitřní/vnější teplot a vlhkosti.

„Moduly/0x10/source.cpp“ – Zdrojový kód pro CAN komunikaci.

„Moduly/0x11/0x11.ino“ – Zdrojový kód pro měření teploty a vlhkosti, a pro čtení tagů.

„Moduly/0x11/source.cpp“ – Zdrojový kód pro CAN komunikaci.

„Moduly/0x12/0x12.ino“ – Zdrojový kód pro čtení tagů.

„Moduly/0x12/source.cpp“ – Zdrojový kód pro CAN komunikaci.